

CFD 15453 US /jm

09/878,946



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 6月16日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-181834

出 願 人  
Applicant(s):

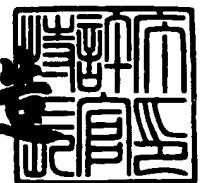
キヤノン株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月26日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3060193

【書類名】	特許願
【整理番号】	4247017
【提出日】	平成12年 6月16日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	B41J 2/17
【発明の名称】	立体形半導体素子、インクタンク、該インクタンクを備えたインクジェット記録装置、液体の情報入手方法および液体の物性変化の判断方法
【請求項の数】	29
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内
【氏名】	久保田 雅彦
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内
【氏名】	今仲 良行
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内
【氏名】	斉藤 一郎
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内
【氏名】	望月 無我
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社 社内
【氏名】	山口 孝明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 井上 良二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社  
社内

【氏名】 石永 博之

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088328

【弁理士】

【氏名又は名称】 金田 暢之

【電話番号】 03-3585-1882

【選任した代理人】

【識別番号】 100106297

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 克博

【選任した代理人】

【識別番号】 100106138

【弁理士】

【氏名又は名称】 石橋 政幸

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 089681

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体形半導体素子、インクタンク、該インクタンクを備えたインクジェット記録装置、液体の情報入手方法および液体の物性変化の判断方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体と接して配される立体形半導体素子であって、

少なくとも前記液体の水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む、前記液体の化学的物性の情報を入手する情報入手手段と、

前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段とを有する立体形半導体素子。

【請求項 2】 前記入手情報と比較するための情報を蓄積する情報蓄積手段と、

前記入手情報とこれに対応する前記情報蓄積手段に蓄積された情報とを比較し、外部への情報伝達の必要性を判断する判断手段とを更に有し、

前記情報伝達手段は、前記判断手段にて情報伝達が必要と判断された場合に、前記入手情報を外部へ表示または伝達し、

前記情報蓄積手段および前記判断手段は、前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーによって作動する、請求項 1 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 3】 前記入手情報と比較するための情報を蓄積する情報蓄積手段と、

外部からの信号を受信する受信手段と、

前記受信手段で受信した信号に応じて前記情報入手手段に前記容器に収容された液体に関する情報を入手させ、前記入手情報とこれに対応する前記情報蓄積手段に蓄積された情報とを比較し、前記入手情報が所定の条件を満たすか否か判断する判断手段とを更に有し、

前記情報伝達手段は、少なくとも前記判断手段による判断結果を外部へ表示または伝達し、

前記情報蓄積手段、前記受信手段、および前記判断手段は、前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーによって作動する、請求項 1 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 4】 前記エネルギー変換手段は、外部に配された共振回路との間で電磁誘導による誘導起電力で電力を発生させる発振回路を有する、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の立体形半導体素子。

【請求項 5】 前記液体に関する情報は前記発振回路からの出力の変化で与えられる、請求項 4 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 6】 液体表面もしくは液中に浮遊して配置され、前記液体表面もしくは液中に浮遊させるための空洞部を有する、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の立体形半導体素子。

【請求項 7】 液体を収容する容器内に配され、前記情報入手手段は前記容器内での液体の残量を検出する手段である、請求項 6 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 8】 前記情報入手手段は液体のイオン濃度を検出する手段である、請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の立体形半導体素子。

【請求項 9】 前記情報入手手段はイオンセンサである、請求項 8 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 10】 前記情報入手手段はイオン選択性電界効果トランジスタである、請求項 8 に記載の立体形半導体素子。

【請求項 11】 インクを吐出する吐出ヘッドに供給するインクを収容し、かつ、請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の少なくとも一つの立体形半導体素子が前記インクに接して配されているインクタンク。

【請求項 12】 前記立体形半導体素子は、インク表面もしくはインク中に浮遊して配置され、前記情報入手手段はインク残量を検出する手段である、請求項 11 に記載のインクタンク。

【請求項 13】 前記情報入手手段はインクのイオン濃度を検出する手段である、請求項 11 に記載のインクタンク。

【請求項 14】 前記情報入手手段はイオンセンサである、請求項 13 に記

載のインクタンク。

【請求項 1 5】 前記情報入手手段はイオン選択性電界効果トランジスタである、請求項 1 3 に記載のインクタンク。

【請求項 1 6】 インクを吐出する吐出ヘッドに供給するインクを収容するインクタンクであって、

少なくとも前記インクの水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む、前記インクの化学的物性の情報を入手する情報入手手段と、

前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段とを有するインクタンク。

【請求項 1 7】 前記入手情報と比較するための情報を蓄積する情報蓄積手段と、

前記入手情報とこれに対応する前記情報蓄積手段に蓄積された情報とを比較し、外部への情報伝達の必要性を判断する判断手段とを更に有し、

前記情報伝達手段は、前記判断手段にて情報伝達が必要と判断された場合に、前記入手情報を外部へ表示または伝達し、

前記情報蓄積手段および前記判断手段は、前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーによって作動する、請求項 1 6 に記載のインクタンク。

【請求項 1 8】 前記入手情報と比較するための情報を蓄積する情報蓄積手段と、

外部からの信号を受信する受信手段と、

前記受信手段で受信した信号に応じて前記情報入手手段に前記インクに関する情報を入手させ、前記入手情報とこれに対応する前記情報蓄積手段に蓄積された情報とを比較し、前記入手情報が所定の条件を満たすか否か判断する判断手段とを更に有し、

前記情報伝達手段は、少なくとも前記判断手段による判断結果を外部へ表示または伝達し、

前記情報蓄積手段、前記受信手段、および前記判断手段は、前記エネルギー変換手段で変換されたエネルギーによって作動する、請求項 1 6 に記載のインクタンク。

【請求項 1 9】 前記エネルギー変換手段は、外部に配された共振回路との間で電磁誘導による誘導起電力で電力を発生させる発振回路を有する、請求項 1 6 ないし 1 8 のいずれか 1 項に記載のインクタンク。

【請求項 2 0】 前記液体に関する情報は前記発振回路からの出力の変化で与えられる、請求項 1 9 に記載のインクタンク。

【請求項 2 1】 インクを吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドに供給するインクを収容している請求項 1 1 ないし 2 0 のいずれか 1 項に記載のインクタンクとを搭載するインクジェット記録装置。

【請求項 2 2】 液体に関する情報を入手する情報入手手段と、  
前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段と、

を有する、液体と接して配される立体形半導体素子を用いて、前記液体の変化情報を入手する情報入手方法。

【請求項 2 3】 前記情報入手手段は、少なくとも液体の水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む液体の化学的物性の変化情報を入手することを特徴とする、請求項 2 2 に記載の情報入手方法。

【請求項 2 4】 液体に関する情報を入手する情報入手手段と、  
前記情報入手手段から入手した情報と予め記憶されているデータテーブルに基づいて液体の物性変化を判断する判断手段と、

前記判断手段による情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段、前記判断手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換させるエネルギー変換手段と、



を有する、液体と接して配される立体形半導体素子を用いて、液体の物性変化を判断する判断方法。

【請求項 2 5】 前記情報入手手段は、液体の化学的物性の変化情報を入手し、前記液体の化学的物性の変化情報から前記データテーブルより液体の物理的物性値の変化を推定して情報伝達の必要性を判断する、請求項 1 9 に記載の判断方法。

【請求項 2 6】 前記液体の化学的物性の変化情報は、少なくとも液体の水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む、請求項 2 5 に記載の判断方法。

【請求項 2 7】 前記液体の物理的物性は、少なくとも液体の粘度、表面張力の一つを含む、請求項 2 5 または 2 6 に記載の判断方法。

【請求項 2 8】 前記判断手段は、前記情報入手手段から入手した情報と前記予め記憶されているデータテーブルとを比較し、情報伝達の必要性を判断する、請求項 2 4 ないし 2 7 のいずれか 1 項に記載の判断方法。

【請求項 2 9】 液体に関する情報を経時的に入手し、前記液体に関する情報の経時的变化情報から液体の変化量を推定する判断方法であって、

前記液体に関する異常な変化情報を判断する判断方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、周囲の環境情報を検知し、その情報を外部へ伝達、表示する機能を有する半導体素子や、これを用いた、液体の情報入手方法および液体の物性変化の判断方法に関する。

【0 0 0 2】

また本発明は、インクタンク内の情報（例えばインク残量）を検知し、外部へ表示、伝達する装置、および該装置を備えたインクタンク、該インクタンクを着脱可能に搭載するファクシミリ・プリンター・複写機等のインクジェット記録装置に関する。

【0 0 0 3】

【従来の技術】

従来、記録ヘッドに設けた複数の噴射ノズルからインクを噴射させながら、記録ヘッドを搭載したキャリッジを用紙に対して相対的に走査することで、画像をドットパターンで用紙に形成するインクジェット記録装置においては、記録用のインクを収容したインクタンクを設け、そのインクタンクのインクをインク供給路を介して記録ヘッドに供給するようにしている。そこで、そのインクタンクのインクの残量を検出するためのインク残量検出装置が実用に供されるとともに、種々提案されている。

## 【 0 0 0 4 】

例えば、特開平 6 - 1 4 3 6 0 7 号公報に開示されたものは、図 3 2 に示すように、非導電性のインクが満たされているインクタンク 7 0 1 の底側の内面に配設された 2 本（1 対）の電極 7 0 2 と、インクタンク 7 0 1 内のインク液面に浮遊している浮揚体 7 0 3 とを有している。2 本の電極 7 0 2 は、両者間の導通状態を検知する検知部（不図示）にそれぞれ接続されている。また、浮揚体 7 0 3 には、電極 7 0 2 と対向する位置に電極 7 0 4 が配設されている。インクタンク 7 0 1 内のインクが消費され、それと共に浮揚体 7 0 3 の位置が低下して電極 7 0 4 が電極 7 0 2 と接触すると、検知部により電極 7 0 2 間の導通状態が検知される。これにより、インクタンク 7 0 1 内のインクが無いことが検出され、インクジェット記録ヘッド 7 0 5 の動作が停止される。

## 【 0 0 0 5 】

また、特登録 2 9 4 7 2 4 5 号によれば、図 3 3 に示すように、下部が底面に向かって漏斗状に形成されるとともに、底面に 2 つの導電体 8 0 1, 8 0 2 が設けられ、インク 8 0 3 よりも比重の小さい金属球 8 0 4 が内部に設置される構成のインクジェットプリンタ用インクカートリッジ 8 0 5 が開示されている。このような構成では、インク 8 0 3 が消費されて減っていくとインク 8 0 3 の液面が下がる。それに伴って、インク 8 0 3 の表面に浮かんでいる金属球 8 0 4 の位置が下がっていく。インク 8 0 3 の液面がインクカートリッジ筐体の底面の位置まで下がると、金属球 8 0 4 は 2 つの導電体 8 0 1, 8 0 2 に接する。すると、導電体 8 0 1, 8 0 2 が導通するので、その間に電流が流れる。その通流を検出すれば、インクエンド状態を検出することができる。インクエンド状態が検出され

れば、インクエンド状態を示す情報が使用者に知らされる。

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上述した構成はいずれも、インクタンク内に設置された電極間の導通の有無の検出によりインク無しを検出するものであるので、インクタンク内に検出用の電極を配置する必要がある。しかも、インクタンク内にインクが存在しているときにインクを介して電極間が導通しないようにするため、インク成分に金属イオンが用いられない等の、使用するインクに制約が生じてしまう。

【 0 0 0 7 】

また、上記の構成ではインクの有無しか検知することが出来ず、その他のタンク内情報を外部が知ることが出来ない。例えば、インク残量がどれくらいであるか、インクタンク内の圧力情報、インク物性の変化などは、インクジェットヘッドを常に安定した吐出量で動作するために重要なパラメータであり、タンク内のインク消費に伴って時々刻々と変化するタンク内圧を外部のインクジェット記録装置にリアルタイムで知らせたり、インク物性の変化を外部へ伝達できるタンクが望まれている。

【 0 0 0 8 】

さらに、一方的にインクタンク内の検知した情報を外部へ知らせるのみならず、外部からの問いかけに対して内部情報を返答するような双方向の情報のやり取りを実施できるインクタンクが望まれている。

【 0 0 0 9 】

上記のようなインクタンクを開発するにあたって、本発明者らは、直径 1 ミリのシリコン・ボールの球面上に半導体集積回路を形成するというボール・セミコンダクター社のボール・セミコンダクターに着目した。このボールセミコンダクターは球形であるため、これをインクタンク内に収容すれば、周囲環境情報の検出や外部との双方向の情報のやり取りを平面形に比べて非常に効率良く行えることが予想された。しかしながら、このような機能を持つものを調査したところ、ボール・セミコンダクター同士を電気配線で接続する技術などが存在する（米国特許明細書第 5 8 7 7 9 4 3 号参照）だけで、上記の機能を持つ素子自体の開発

が必要となった。また、この素子をインクタンクに有効に適用できるものとするために、いくつかの固有の課題もあった。

【 0 0 1 0 】

第 1 に、タンク内に収容された素子を起動させるための電力の供給である。素子の起動のための電源をインクタンクに持たせるとタンクが大型になったり、タンク外部に電源を備える場合でも電源と素子との接続手段が必要になり、タンクの製造コストが増え、タンクカートリッジが高価になるので、外部より非接触で素子を起動させねばならない。

【 0 0 1 1 】

第 2 に、素子を、インクタンクのインク液面や液面より一定の距離沈んだインク中で浮遊させなければならない場合があることである。例えば、インクタンク内のインク消費に伴う負圧量の変動を経時的に監視するには、インク液面に素子が位置するのが望ましいが、素子は水より比重の大きいシリコンからなるため、インクに浮遊させることは一般には困難である。

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、液体に関する情報の検出や外部との双方向の情報のやり取りを非常に効率良く行える立体形半導体素子を提供することにある。

【 0 0 1 3 】

また、本発明の他の目的は、インクタンク内の詳細な情報をリアルタイムで検出し、外部のインクジェット記録装置と双方向に情報のやり取りを行うことができる立体形半導体素子、該半導体素子を配したインクタンク、および該タンクを備えたインクジェット記録装置を提供することにある。

【 0 0 1 4 】

本発明の更なる目的は、インクタンク内のインクの状態変化（pH 変化、濃度変化、密度変化）を経時的に検知することができる方法を提供することにある。そして、インクが供給されるヘッドにおいて使用不可となるものにおいては外部へ表示することで装置の使用を制限させる方法を提供することにある。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明によれば、上記の密度変化を検知することで、インクの粘度、

かつ、表面張力の変化量も推定できるものであり、本発明の他の目的は、これにより、ヘッドの駆動条件を最適に設定することにより安定した吐出特性を保つ方法を提供することにある。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するための本発明の立体形半導体素子は、液体と接して配される立体形半導体素子であって、

少なくとも前記液体の水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む、前記液体の化学的物性の情報を入手する情報入手手段と、

前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段とを有する。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の立体形半導体素子は、情報を入手すべき対象である液体に接して置かれる。この状態で、情報入手手段により、液体に関する情報を入手し、その情報を、情報伝達手段により外部へ伝達する。これら情報入手手段および情報伝達手段を作動させるためのエネルギーは、エネルギー変換手段によって、外部からのエネルギーが異なる種類のエネルギーに変換されて与えられる。このように、液体に関する情報を入手して外部に伝達する機能を立体形の半導体素子に作り込んでいるので、情報の入手および伝達を三次元的に行える。そのため、平板型の半導体素子を用いる場合に比べ、情報の入手および伝達の方法の制限も少ないので、液体に関する情報の入手および外部への伝達が効率的に行えるようになる。

## 【 0 0 1 8 】

入手情報と比較するための情報を蓄積する情報蓄積手段と、これに蓄積された情報と情報入手手段で入手した情報とを比較し外部への情報の伝達の必要性を判断する判断手段とを更に有することで、入手情報は必要に応じて外部へ伝達される。さらに、外部からの信号を受信する受信手段を付加することで、受信信号に

応じて情報を入手し、蓄積情報との比較結果をその入手情報とともに外部へ伝達し、外部装置と双方向に信号の送受信を行うことも可能となる。

【 0 0 1 9 】

液体に関する情報としては、例えば、液体の pH や圧力などが挙げられ、特に、液体が容器内に収容されている場合には、その容器内での液体の残量が挙げられる。液体の残量を手に入れる場合は、立体形半導体素子は、液体表面もしくは液中に浮遊して配置されるのが望ましく、そのために、空洞部を有する構成としてもよい。

【 0 0 2 0 】

本発明の立体形半導体素子は、好ましくは、インクジェット記録の分野における、記録用のインクに関する情報を入手するのに用いられる。記録用のインクは、一般的にはインクタンク内に収容されており、インクタンク内のインクに関する情報を入手することは、高品位な記録を行う上で非常に重要である。

【 0 0 2 1 】

そこで本発明のインクタンクは、インクを吐出する吐出ヘッドに供給するインクを収容し、かつ、上記本発明の立体形半導体素子が前記インクに接して配されている。立体形半導体素子の数は、一つでもよいし複数でもよい。複数の立体形半導体素子を有する場合は、それぞれが異なる情報を入手するものでもよいし、互いに情報のやり取りを行えるようにしてもよい。

【 0 0 2 2 】

また本発明のインクタンクは、インクを吐出する吐出ヘッドに供給するインクを収容するインクタンクであって、

少なくとも前記インクの水素イオン濃度指数、濃度、密度の一つを含む、前記インクの化学的物性の情報を入手する情報入手手段と、

前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段とを有する。

【 0 0 2 3 】

本発明のインクジェット記録装置は、インクを吐出する吐出ヘッドと、前記吐出ヘッドに供給するインクを収容している本発明のインクタンクとを搭載する。

【 0 0 2 4 】

本発明の液体の情報入手方法は、液体に関する情報を入手する情報入手手段と

前記情報入手手段により入手された入手情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、

外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換するエネルギー変換手段と、

を有する、液体と接して配される立体形半導体素子を用いて、前記液体の変化情報を入手するものである。

【 0 0 2 5 】

さらに、本発明の液体の物性変化の判断方法は、液体に関する情報を入手する情報入手手段と、

前記情報入手手段から入手した情報と予め記憶されているデータテーブルに基づいて液体の物性変化を判断する判断手段と、

前記判断手段による情報を外部へ表示または伝達する情報伝達手段と、外部から与えられるエネルギーを、前記情報入手手段、前記判断手段および前記情報伝達手段を動作させるための、前記エネルギーとは異なる種類のエネルギーに変換させるエネルギー変換手段と、

を有する、液体と接して配される立体形半導体素子を用いて、液体の物性変化を判断するものである。

【 0 0 2 6 】

上記の方法によれば、液体の物性変化を経時的に検知することができ、例えば、使用により不具合が生じるおそれがある場合には、外部にその旨を知らせて使用を制限させたり、特に、インクタンクに用いられる場合には、液体であるインクの粘度および表面張力の変化量を推定し、記録ヘッドの駆動条件を最適に設定

することもできる。

【 0 0 2 7 】

さらに、本発明は、液体に関する情報を経時的に入手し、前記液体に関する情報の経時的変化情報から液体の変化量を推定する判断方法であって、  
前記液体に関する異常な変化情報を判断する判断方法を提供する。

【 0 0 2 8 】

この方法によれば、例えばインクタンクにおいては収容されているインクの量は通常は消費によって直線的に減少していくはずであるがこれが補充等によって急激に増加したり、インクの成分が変化したことを、異常な変化情報として判断することができる。

【 0 0 2 9 】

なお、本明細書中の「メタセンタ」とは、釣り合いにある時の重量の作用線と、傾いたときの浮力の作用線との交点を示す。

【 0 0 3 0 】

また本明細書中の「立体形半導体素子」の「立体形」とは、三角柱、球、半球体、四角柱、回転楕円体、一軸回転体など、種々の立体形を全て含む。

【 0 0 3 1 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 3 2 】

(第 1 の実施の形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。この図で示す形態の立体形半導体素子（以下、単に「素子」という）11 は、インクタンク内に配置されており、外部 A から素子 11 に向かって非接触で供給された起電力 12 を電力 13 に変換するエネルギー変換手段 14 と、エネルギー変換手段 14 で変換された電力 13 により起動する情報入手手段 15、判断手段 16、情報蓄積手段 17、および情報伝達手段 18 とを備えている。素子 11 を動作させるために供給する起電力には、電磁誘導、熱、光、放射線などを適用することができる。また、少なく



ともエネルギー変換手段 1 4 および情報入手手段 1 5 は素子 1 1 の表面もしくは表面付近に形成されていることが望ましい。

#### 【 0 0 3 3 】

情報入手手段 1 5 は、素子 1 1 の周囲環境情報であるインクタンク内のインクに関する情報（インク情報）を入手し、判断手段 1 6 へ出力する。判断手段 1 6 は、情報入手手段 1 5 より入手したインク情報と情報蓄積手段 1 7 に記憶されている情報とを比較し、入手したインク情報を外部へ伝達する必要があるか否かを判断する。情報蓄積手段 1 7 は、入手するインク情報と比較する諸条件や情報入手手段 1 5 より入手したインク情報そのものをデータテーブルとして蓄積する。情報伝達手段 1 8 は、判断手段 1 6 からの命令に基づき、エネルギー変換手段 1 4 により与えられた電力を、インク情報を外部 A 又は外部 B に伝達するためのエネルギーに変換して、外部 A 又は外部 B へインク情報を伝達する。ここで、外部 B とは、起電力 1 2 の供給源である外部 A とは異なる対象であり、この素子 1 1 が収容されるインクタンクを搭載するインクジェット記録装置の他に、例えば、人の視覚や聴覚といった感覚器官も含む。

#### 【 0 0 3 4 】

図 2 は、図 1 に示した素子の動作を説明するためのフローチャートである。図 1 及び図 2 を参照すれば、外部 A から素子 1 1 に向かって起電力 1 2 を与えると、エネルギー変換手段 1 4 は起電力 1 2 を電力 1 3 へと変換し、その電力 1 3 により情報入手手段 1 5、判断手段 1 6、情報蓄積手段 1 7、および情報伝達手段 1 8 を起動する。

#### 【 0 0 3 5 】

起動した情報入手手段 1 5 は、素子 1 1 の周囲環境情報であるインクタンク内のインク情報、例えば、インクの残量、インクの種類、温度、p h などの情報を入手する（図 2 のステップ S 1 1）。次に、判断手段 1 6 は、入手したタンク内部情報と参照するための条件を情報蓄積手段 1 7 より読み出し（図 2 のステップ S 1 2）、この読み出した条件と入手したタンク内部情報とを比較し、情報伝達の必要性を判断する（図 2 のステップ S 1 3）。ここで、情報蓄積手段 1 7 に予め設定してある条件に基づく判断は、例えばインク残量が 2 m l 以下になったり

、インクのp hが大きく変化したりした為にタンク交換が必要との判断を行うことが挙げられる。

【0036】

ステップS 1 3において判断手段1 6が外部へタンク内の情報を伝達する必要がないと判断した場合には、情報蓄積手段1 7に現在のインクタンク内の情報が蓄積される（図2のステップS 1 4）。なお、次に情報入手手段1 5がインクタンク内の情報を入手したとき、判断手段1 6は、その入手した情報とここで蓄積された情報とを比較してもよい。

【0037】

またステップS 1 3において、判断手段1 6がインクタンク内の情報を外部へ伝達する必要があると判断した場合には、エネルギー変換手段1 5により変換され電力1 3が、情報伝達手段1 8でさらに、インクタンク内の情報を外部へ伝達するためのエネルギーへと変換される。この伝達するためのエネルギーとしては、磁界、光、形、色、電波、音などを使用することが可能であり、例えば、インク残量が2 m l 以下になったと判断された場合には音を鳴らしてタンク交換が必要であることを外部B（例えば、インクジェット記録装置）に伝達する（図2のステップS 1 5）。また、伝達先はインクジェット記録装置のみでなく、特に光、形、色や音などの場合は人の視覚や聴覚に伝達してもよい。さらに、インク残量が2 m l 以下になったと判断された場合には音を発し、インクのp hが大きく変化したときには光を発するなど、情報に応じてその伝達方法を変えてもよい。

【0038】

インクジェット記録装置に用いられる場合、素子1 1に外部エネルギーとして起電力を供給する手段を設けるのに好ましい位置としては、シリアル型のインクジェット記録装置を例に挙げると、記録ヘッド、キャリッジ、記録ヘッドの回復ポジション、もしくはキャリッジリターンポジション等が挙げられる。これ以外にも、起電力を供給する手段を有する装置を用いれば、インクジェット記録装置がなくてもインクタンク内部の状態を知ることができ、例えば、工場や販売店で、実際にインクタンクをインクジェット記録装置に装着することなく、インクタンクの品質検査を行うこともできる。

## 【 0 0 3 9 】

本実施形態によれば、素子 1 1 がエネルギー変換手段 1 5 を有しているので、外部と直接的な電氣的配線を行う必要がなくなり、外部と直接的な電氣的配線を行うことが困難な個所、例えば、後述する図 1 1 ～図 1 4 に示すようなインク中など、対象物中のどの個所であっても素子 1 1 を使用することができる。インク中に素子 1 1 を配すれば、インクの状態をリアルタイムで正確に把握することが可能となる。

## 【 0 0 4 0 】

また、素子 1 1 がエネルギー変換手段 1 5 を有しているので、素子 1 1 を動作させるための起電力を蓄積する手段（本例では電源）を素子 1 1 に設ける必要がなくなる。そのため、素子 1 1 の小型化が可能となり、狭い個所、もしくは図 1 1 ～図 1 4 のようにインク中など、対象物中のどの個所であっても素子を使用することができる。尚、本形態では素子 1 1 と非接触で素子 1 1 に起電力を供給したが、一時的に外部と接触して起電力を供給した後、外部と非接触となる形態でもよい。

## 【 0 0 4 1 】

ここで、エネルギー変換手段 1 4 について、電磁誘導を利用して電力を発生させる場合を例に挙げて説明する。

## 【 0 0 4 2 】

図 3 は、本発明の立体形半導体素子の構成要素であるエネルギー変換手段の電力発生原理を説明するための図である。

## 【 0 0 4 3 】

図 3 において、コイル  $L_a$  を有する外部共振回路 1 0 1 と、コイル  $L$  を有する発振回路 1 0 2 とを、両コイル  $L_a$ 、 $L$  を隣接させて設置する。この状態で、外部共振回路 1 0 1 を通じてコイル  $L_a$  に電流  $I_a$  を流すと、電流  $I_a$  によって発振回路 1 0 2 のコイル  $L$  を貫く磁束  $B$  が生じる。ここで、電流  $I_a$  を変化させるとコイル  $L$  を貫く磁束  $B$  が変化するので、コイル  $L$  には誘導起電力  $V$  が生じる。したがって、素子 1 1 にエネルギー変換手段として発振回路 1 0 2 を作り込み、素子 1 1 の外部の例えばインクジェット記録装置に、外部共振回路 1 0 1 を、素

子側の発振回路 1 0 2 のコイル L と素子外部の共振回路 1 0 1 のコイル  $L_a$  とが隣接するように配設する事により、外部からの電磁誘導による誘導起電力で、素子 1 1 を動作させる電力を発生することができる。

【 0 0 4 4 】

素子 1 1 にエネルギー変換手段として作り込んだ発振回路 1 0 2 のコイル L を貫く磁束 B は、外部共振回路 1 0 1 のコイル  $L_a$  の巻き数  $N_a$  と電流  $I_a$  の積に比例するから、比例定数を k として、

【 0 0 4 5 】

【数 1】

$$B = k N_a I_a \quad (1)$$

【 0 0 4 6 】

で表される。

【 0 0 4 7 】

また、コイル L の巻き数を N としたとき、コイル L に生じる起電力 V は、

【 0 0 4 8 】

【数 2】

$$\begin{aligned} V &= -N \frac{dB}{dt} \\ &= k N_a N \frac{dI_a}{dt} \\ &= -M \frac{dI_a}{dt} \quad (2) \end{aligned}$$

【 0 0 4 9 】

となる。

【 0 0 5 0 】

ここで、コイル L の磁心の透磁率を  $\mu_a$ 、磁界を H、外部共振回路 1 0 2 のコイル  $L_a$  と素子 1 1 に作り込んだコイル L との距離を z とすると、磁束 B は、

【 0 0 5 1 】

【数 3】

$$\begin{aligned}
 B &= \mu_a H(z) \\
 &= \frac{\mu_a N_a I_a r_a^3}{2 (r_a^2 + z^2)^{3/2}} \quad (3)
 \end{aligned}$$

【0052】

となる。

【0053】

また、(2) 式の相互インダクタンスMは、

【0054】

【数 4】

$$\begin{aligned}
 M &= \frac{\mu N}{\mu_a l_a} \int_S B \cdot dS \\
 &= \frac{\mu \mu_a r_a^2 N_a N S}{2 \mu_0 (r_a^2 + z^2)^{3/2}} \quad (4)
 \end{aligned}$$

【0055】

となる。ここで、 $\mu_0$ は、真空での透磁率である。

【0056】

そして、素子11に作り込んだ発信回路102のインピーダンスZは、

【0057】

【数 5】

$$Z(\omega) = R + j \left( \omega L - \frac{1}{\omega C} \right) \quad (5)$$

【0058】

と表され、外部共振回路101のインピーダンス $Z_a$ は、

【0059】

【数 6】

$$Z_a(\omega_0) = R_a + j\omega L_a - \frac{\omega^2 M^2}{Z(\omega)} \quad (6)$$

【0060】

となる。ここで、Jは、磁化を表している。

【0061】

この外部共振回路101が共振（電流値： $I_a$ が最大になるとき）した時のインピーダンス $Z_0$ は、

【0062】

【数 7】

$$Z_0(\omega_0) = R_a + jL_a\omega_0 - \frac{\omega_0^2 M^2}{R} \quad (7)$$

【0063】

となり、この共振回路102の位相の遅れ $\phi$ は、

【0064】

【数 8】

$$\tan \phi = \frac{jL_a\omega_0 - \frac{\omega_0^2 M^2}{R}}{R} \quad (8)$$

【0065】

となる。

【0066】

そして、この外部共振回路101の共振周波数 $f_0$ は、

【0067】

【数 9】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (9)$$

## 【0068】

で求められる。

## 【0069】

上記のような関係から、素子11に作り込んだ発振回路102のインピーダンス $Z$ がインクタンク内のインクの変化に応じて変化すると、外部共振回路101の周波数が変化し、外部共振回路101のインピーダンス $Z_a$ の振幅および位相差に、上記のインクの変化が表れてくる。さらには、この位相差や振幅には、インク残量（即ち、 $Z$ の変化）も含まれている。

## 【0070】

例えば、外部共振回路101の共振周波数 $f_0$ を変化させることで、素子11に作り込んだ発振回路102からの出力（インピーダンス $Z$ ）が、周囲の環境変化に応じて変化するので、この周波数依存性を検出することで、インクの有無やインク残量を検出することができる。

## 【0071】

したがって、素子11に作り込む発振回路102は、電力を発生させるエネルギー変換手段14としてのみならず、その発振回路102と外部共振回路101との関係で、インクタンク内のインクの変化を検知する情報入手手段15の一部を兼用している。

## 【0072】

以上説明したような、外部共振回路101により電力が供給される素子11を、インク情報を検出するための素子として収容したインクタンクの構成例について、図4を参照して説明する。

## 【0073】

図4は、図1に示す素子11を収容したインクタンクの概略構成図である。図4に示すインクタンク50は、互いに仕切壁50aで仕切られた負圧発生室51とインク室52とを有する。仕切壁50aの下端部は連通路50bとなっており、この連通路50bを介して、負圧発生室51とインク室52とが連通している。負圧発生室51には、繊維体や多孔質体などで構成される負圧発生部材が収納されており、負圧発生室51内でインクは負圧発生部材に吸収された状態で保持

されている。また、負圧発生室 5 1 には、負圧発生室 5 1 内のインクをインクジェット記録ヘッド（不図示）等、外部に供給するためのインク供給口 5 3 と、負圧発生室 5 1 の内部を大気と連通させる大気連通口（不図示）とが設けられている。インク室 5 2 は、連通路 5 0 b を除いて実質的に密閉構造で、インクをそのまま保持しており、素子 1 1 は、インク室 5 2 に保持されたインクの液面に浮かべられている。このような、素子 1 1 を浮かばせるための構造については後述する。素子 1 1 には、図 3 を用いて説明した発振回路（不図示）が作り込まれており、素子 1 1 は、インクタンク 5 0 の下方に配置された外部共振回路 1 0 1 からの電磁誘導による誘導起電力で電力を発生し、かつ、共振周波数を発生してインクタンク 5 0 内のインク情報を外部に伝達する。

## 【 0 0 7 4 】

このような構成のインクタンク 5 0 によれば、インク供給口 5 3 からのインクの消費に伴い、連通路 5 0 b を介して、負圧発生室 5 1 からインク室 5 2 へ気体（大気連通口から導入された気体）が導出されるとともに、それと見合った量のインクがインク室 5 2 から負圧発生室 5 1 へ導入され、これにより、負圧発生室 5 1 内に保持されるインクの量すなわち負圧発生室 5 1 内の負圧がほぼ一定に保たれる。

## 【 0 0 7 5 】

ここで、素子 1 1 に設けられた発振回路で発生する出力の例を、共振周波数と振幅との関係として、図 5 に示す。図 5 に示すように、発振回路で発生する出力は、インクタンク 5 0 内（正確にはインク室 5 2）のインクの状況に応じて、例えば a ～ c のように、振幅のピーク値を示す共振周波数およびそのピーク値での振幅にそれぞれ違いが生じる。具体的には、図 6（a）に示すように、振幅のピーク値を示す共振周波数  $f_a$ 、 $f_b$ 、 $f_c$  は、インクの pH と相関関係をもっている。この図 6（a）に示す関係を予め測定しておくことで、インクの pH の変化を検知することができる。インクの濃度に関しても、違う周波数領域帯で同様の関係があり、その関係を予め測定しておくことで、インクの濃度変化を検知することができる。

## 【 0 0 7 6 】



また、図 5 に示した共振周波数領域での振幅値の変化 A, B, C は、図 6 (b) に示すように、素子 1 1 と外部共振回路 1 0 1 との距離と相関関係をもっている。従って、インクが満タンのときと空のときとの振幅値を予め測定しておくことで、インクタンク 5 0 内での素子 1 1 の位置、すなわちインクの残量を検知することができる。

【0 0 7 7】

また、液体の密度は、状態方程式

$$P V = n R T \quad (10)$$

(ここで、P : 圧力、V : 体積、n : グラム分子量、R : 気体定数、T : 絶対温度)

を用いて近似することも可能である。

【0 0 7 8】

式 (10) において、T を一定とすると、密度  $\rho$  は、

【0 0 7 9】

【数 1 0】

$$\rho = \frac{M P}{n R T} \quad (11)$$

【0 0 8 0】

(ここで、M : 分子量)

で表される。すなわち、液体の圧力および温度を検知することができれば、液体の密度の状態変化も測定可能である。

【0 0 8 1】

液体の圧力については、例えば、詳しくは後述するが、ポリシリコン膜でダイアフラムを構成し、圧力の変化によるダイアフラムの変位に伴う抵抗値変化を利用した圧力センサを、本実施形態の素子 1 1 に作り込むことで検知することができる。

【0 0 8 2】

また、液体の温度については、例えば、特開平 7 - 5 2 3 8 7 号公報に記載さ

れている、記録ヘッドの温度を検知するためのダイオードセンサを本実施形態の素子 1 1 に作り込むことによって、検知することができる。

【0083】

以上のように、素子 1 1 に圧力センサおよび温度センサを作り込むことで、インクの密度を検知することができる。経時変化も同様に検知できると、液体の粘度／表面張力の変化も推定することができる。

【0084】

液体の粘度に関しては、オリック・アーバーの式

【0085】

【数 1 1】

$$\ln \frac{\eta}{\rho M} = A + \frac{B}{T} \quad (12)$$

【0086】

(ここで、 $\eta$  : 粘度、 $A$  : 定数、 $B$  : 定数)

から、密度の変化により液体の粘度の変化を推定することができる。

【0087】

液体の表面張力と密度との間には、マクレオドによる、

$$\gamma = \{C(\rho_0 - \rho)\}^{4.0} \quad (13)$$

(ここで、 $\gamma$  : 表面張力、 $C$  : 液体により決められた定数)

の関係式がある。この式 (13) から、密度の変化により、液体の表面張力の変化を推定することができる。

【0088】

以上のことから、素子 1 1 をインクタンク 5 0 に適用することにより、インクの pH、濃度、密度などといったインク情報を経時的に検知しインクタンク 5 0 の外部へ伝達することが可能となるので、例えば、使用していたインクタンクが別のものに換えられたり、インクタンク 5 0 内に別のインクが注入され、インクの量が以上に増加したりインクの成分が変化した場合であっても、これらを異常として正確に検知することができる。また、インクの粘度や表面張力の変化も推

定することができるので、記録ヘッドの制御部へこれらの情報を伝達し、安定した吐出特性を保つ駆動条件を設定することもできる。

#### 【 0 0 8 9 】

なお、図 4 では、図 1 に示した構成を有する素子 1 1 を用いたが、判断手段 1 6 および情報蓄積手段 1 7 は、素子 1 1 にでなくインクタンク 5 0 の外部に設けてもよい。

#### 【 0 0 9 0 】

ところで、前述したように、図 4 に示すインクタンク 5 0 では素子 1 1 はインク液面に浮かべられているが、そのようなインク液面に浮かぶ素子 1 1 について、その製造方法とともに、以下に説明する。

#### 【 0 0 9 1 】

図 7 は、図 4 に示す浮遊型の素子 1 1 を、前述したボール・セミコンダクターのベースとなる球状シリコンを用いて製造する場合の製造方法の一例を説明するための一連の工程を示す図である。なお、図 7 では、各工程を球状シリコンの中心を通る断面で示している。また、ここでは、球状シリコンの重心を中心より下部になるように作成し、且つ、球面体内部の上部を空洞にして、更に、その空洞部を気密状態に保持する場合の製造方法を例に挙げる。

#### 【 0 0 9 2 】

まず、図 7 (a) に示す球状シリコン 2 0 1 に対し、その全表面上に、図 7 (b) に示すように熱酸化の  $\text{SiO}_2$  膜 2 0 2 を形成する。その後、図 7 (c) に示すように  $\text{SiO}_2$  膜 2 0 2 の一部に開口 2 0 3 を形成するため、フォトリソグラフィプロセスを用いて、パターニングをする。

#### 【 0 0 9 3 】

そして、図 7 (d) に示すように、開口 2 0 3 を通じての  $\text{KOH}$  溶液を用いた異方性エッチングにより、球状シリコン 2 0 1 の上半部を除去し、空洞部 2 0 4 を形成する。その後、図 7 (e) に示すように、LPCVD 法を用いて、空洞部 2 0 4 の内面も含む、球状シリコン 2 0 1 および  $\text{SiO}_2$  膜 2 0 2 の全露出面を  $\text{SiN}$  膜 2 0 5 で被覆する。

#### 【 0 0 9 4 】

更に、図 7 (f) に示すように、メタル CVD 法を用いて、SiN 膜 205 の外表面上に Cu 膜 206 を形成する。そして、図 7 (g) に示すように、周知のフォトリソグラフィプロセスを用いて Cu 膜 206 をパターニングし、発振回路 102 (図 3 参照) の一部である導電体コイル L を巻き数 N で形成する。その後、導電体コイル L を形成した立体形素子を真空装置から大気中に出し、上部の開口 203 を樹脂や栓などの封止部材 207 で塞ぎ、球面体内部の空洞部 204 を密閉状態にする。このように製造すれば、シリコンからなる素子自体に浮力を持たせることができる。

## 【0095】

また、このような浮遊型の立体形半導体素子を製造する前に球状シリコンに形成しておくコイル L 以外の駆動回路素子は、N-MOS 回路素子を用いている。図 8 に、N-MOS 回路素子を縦断するように切断した模式的断面図を示す。

## 【0096】

図 8 によれば、P 導電体の Si 基板 401 に、一般的な Mos プロセスを用いたイオンプラントーション等の不純物導入および拡散により、N 型ウェル領域 402 に P-Mos 450 が構成され、P 型ウェル領域 403 に N-Mos 451 が構成されている。P-Mos 450 および N-Mos 451 は、それぞれ厚さ数百 Å のゲート絶縁膜 408 を介して、4000 Å 以上 5000 Å 以下の厚さに CVD 法で堆積した poly-Si によるゲート配線 415、および N 型あるいは P 型の不純物導入をしたソース領域 405、ドレイン領域 406 等で構成され、それら P-Mos 450 と N-Mos 451 により C-Mos ロジックが構成されている。

## 【0097】

素子駆動用の N-Mos トランジスタ 301 は、やはり不純物導入および拡散等の工程により、P 型ウェル基板 402 上のドレイン領域 411、ソース領域 412 およびゲート配線 413 等で構成されている。

## 【0098】

ここで、素子駆動ドライバとして N-Mos トランジスタ 301 を使うと、1 つのトランジスタを構成するドレインゲート間の距離 L は、最小値で約  $10\ \mu\text{m}$

となる。その  $10\ \mu\text{m}$  の内訳の 1 つは、ソースとドレインのコンタクト 4 1 7 の幅であり、それらの幅分は  $2 \times 2\ \mu\text{m}$  であるが、実際は、その半分が隣のトランジスタとの兼用となるため、その  $1/2$  の  $2\ \mu\text{m}$  である。内訳の他は、コンタクト 4 1 7 とゲート 4 1 3 の距離分の  $2 \times 2\ \mu\text{m}$  の  $4\ \mu\text{m}$  と、ゲート 4 1 3 の幅分の  $4\ \mu\text{m}$  であり、合計  $10\ \mu\text{m}$  となる。

## 【 0 0 9 9 】

各素子間には、 $5000\ \text{\AA}$  以上  $10000\ \text{\AA}$  以下の厚さのフィールド酸化により酸化膜分離領域 4 5 3 が形成され、素子分離されている。このフィールド酸化膜は、一層目の蓄熱層 4 1 4 として作用する。

## 【 0 1 0 0 】

各素子が形成された後、層間絶縁膜 4 1 6 が約  $7000\ \text{\AA}$  の厚さに CVD 法による PSG、BPSG 膜等で堆積され、熱処理により平坦化処理等をされてから、コンタクトホールを介して、第 1 の配線層となる Al 電極 4 1 7 により配線が行なわれている。その後、プラズマ CVD 法による  $\text{SiO}_2$  膜等の層間絶縁膜 4 1 8 を  $10000\ \text{\AA}$  以上  $15000\ \text{\AA}$  以下の厚さに堆積し、更にスルーホールを形成した。

## 【 0 1 0 1 】

この N-Mos 回路を、浮遊型の素子を形成する前に形成しておく。そして、本発明のエネルギー変換手段としての発振回路などとの接続を上記スルーホールを介して行なう。

## 【 0 1 0 2 】

図 4 に示した例では、素子 1 1 を起動させる電力を供給する外部エネルギーにコイルによる電磁誘導を利用したが、これ以外に、光の明暗を利用してもよい。光の明暗を電気信号に変換する場合は、光の照射により抵抗値が変化する材料（例えば、光導電体）を用いて、光導電効果により電力を発生させることができる。光導電体としては例えば、 $\text{CdS}$ 、 $\text{InSb}$  や  $\text{Hg}_{0.8}\text{Cd}_{0.2}\text{Te}$  などの二元合金／三元合金や、 $\text{GaAs}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{V a-S i}$  などが用いられる。さらに、起電力として熱を使用する場合は、物質の放射エネルギーから量子効果により電力を発生させることができる。

## 【 0 1 0 3 】

## (第 2 の実施の形態)

図 9 は、本発明の第 2 の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。この図で示す形態の立体形半導体素子（以下、単に「素子」という）21 は、インクタンク内に配置されており、外部 A から素子 21 に向かって非接触で供給された起電力 22 を電力 23 に変換するエネルギー変換手段 24 と、エネルギー変換手段 24 で変換された電力により起動する情報入手手段 25、判断手段 26、情報蓄積手段 27、情報伝達手段 28、および受信手段 29 とを備えている。本実施形態は、第 1 の実施の形態とは受信機能を有する点、すなわち受信手段 29 を有する点が第 1 の実施形態と異なり、その他は第 1 の実施形態と同様である。素子 21 を動作させるために供給する起電力 22 には、電磁誘導、熱、光、放射線などを適用することができる。また、少なくともエネルギー変換手段 24、情報入手手段 25 および受信手段 29 は素子 21 の表面もしくは表面付近に形成されていることが望ましい。

## 【 0 1 0 4 】

情報入手手段 25 は、素子 21 の周囲環境情報であるインクタンク内のインク情報を入力する。受信手段 29 は外部 A または外部 B からの入力信号 30 を受信する。判断手段 26 は、受信手段 29 からの入力信号に応じて、情報入手手段 25 にインク情報を入力させ、この入手したインク情報と情報蓄積手段 27 に記憶してある情報とを比較し、入手したインク情報が所定の条件を満たすかどうかを判断する。情報蓄積手段 27 は、入手するインク情報と比較する諸条件や情報入手手段 25 より入手したインク情報そのものをデータテーブルとして蓄積する。情報伝達手段 28 は、判断手段 26 の命令によって、電力を、インク情報を外部 A、外部 B または外部 C へ伝達するためのエネルギーに変換して、判断手段 26 による判断結果を外部 A、外部 B または外部 C へ表示、伝達する。

## 【 0 1 0 5 】

図 10 は、図 9 に示した素子の動作を説明するためのフローチャートである。図 9 及び図 10 を参照すれば、外部 A から素子 21 に向かって起電力 22 を与えると、エネルギー変換手段 24 は起電力 22 を電力 23 へと変換し、その電力に

より情報入手手段 2 5、判断手段 2 6、情報蓄積手段 2 7、情報伝達手段 2 8 および受信手段 2 9 を起動する。

【0 1 0 6】

この状態で、外部 A 又は外部 B から、素子 2 1 にインクタンク内の情報を聞くための信号 3 0 を送信する。この入力信号 3 0 は、例えばインクタンク内にまだインクが残っているかどうかを素子 2 1 に聞くための信号であり、受信手段 2 9 で受信される（図 1 0 のステップ S 2 1）。すると、判断手段 2 6 は、情報入手手段 2 5 に、インクタンク内のインク情報、例えばインクの残量、インクの種類、温度、p H などの情報を入手させ（図 1 0 のステップ S 2 2）、かつ入手したインク情報と参照するための条件を情報蓄積手段 2 7 より読み出し（図 1 0 のステップ S 2 3）、入手したインク情報が設定条件を満たすかどうかを判断する（図 1 0 のステップ S 2 4）。

【0 1 0 7】

ステップ S 2 4 において入手情報が設定条件を満たさないと判断した場合にはその満たしていない旨を、入手情報が設定条件を満たすと判断した場合にはその満たしている旨を外部 A 又は外部 B 又は外部 C に伝達する（ステップ S 2 5、S 2 6）。このとき、判断結果に併せて入手情報も伝達してもよい。この伝達は、エネルギー変換により得られた電力を、情報伝達手段 2 8 でさらに、インクタンク内のインク情報を外部へ伝達するためのエネルギーへ変換することで行なう。この伝達するためのエネルギーとしては、磁界、光、形、色、電波、音などを使用することが可能であり、判断結果に応じて変化させ、また、判断すべき質問内容（例えば、インク残量が 2 m l 以下であるかや、インクの p H が変化しているか等）に応じて、その伝達方法を変えてもよい。

【0 1 0 8】

なお、外部 A 又は外部 B からの入力信号 3 0 と共に起電力をも素子 2 1 に与えても良く、例えばその起電力が電磁誘導の場合はインクの残量について聞くための信号、光の場合は p h を聞くための信号など、情報の種類によって使い道を分けて与えても良い。

【0 1 0 9】

本実施形態によれば、外部からの信号を受信する機能を有しているため、第1の実施の形態による効果に加え、外部からの様々な種類の信号による質問に対して返答することが可能となり、素子と外部とで情報のやり取りを行うことができる。

## 【0110】

## (第3の実施の形態)

図11は、本発明の第3の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。この図で示す形態の立体形半導体素子（以下、単に「素子」という）31は、インクタンク内に配置されており、外部Aから素子31に向かって非接触で供給された起電力32を電力33に変換するエネルギー変換手段34と、エネルギー変換手段34で変換された電力を用いて浮力を発生させる浮力発生手段35とを備えている。

## 【0111】

本実施形態では、外部Aから素子31に向かって起電力32を与えると、エネルギー変換手段34は起電力32を電力33へと変換し、その電力33を用いて浮力発生手段35は素子31の浮力を発生し、素子31をインク液面で浮遊させる。この浮力は必ずしもインク液面だけでなく、インクが空の状態でも吐出を行うのを防止するために、素子31の位置が必ずインク液面から一定距離下方に存在するようにしてもよい。

## 【0112】

図12に、インクタンクのインク中に浮遊させた素子の位置を、インクの消費変化とともに示す。なお、図12に示すインクタンクは図4に示すインクタンクと同様の構成であるので、ここではその説明は省略する。

## 【0113】

図12に示すようなインクタンクでは、インク供給口36より負圧発生部材37のインクが外部へ導出されるのに伴い、消費された分のインクがインク室から負圧発生部材37に導入される。これにより、インク室内のインク38中の素子31は、インク液面Hから一定距離下方に存在した状態で、インクの消費によるインク液面Hの位置の低下と共に移動する。



## 【 0 1 1 4 】

図 1 3 は、素子 3 1 の位置を確認し、タンク交換の必要性を判断するためのフローチャートである。図 1 1 及び図 1 3 のステップ S 3 1 ～ S 3 4 を参照すると、外部 A 又は外部 B（例えばインクジェット記録装置）により素子 3 1 に向けて光を発信し、その光を外部 A 又は外部 B（例えばインクジェット記録装置）又は外部 C で受信することにより素子 3 1 の位置が検知され、この検出された素子 3 1 の位置により、インクタンクを交換する必要があるかをインクジェット記録装置が判断し、必要がある場合はタンク交換を音や光等で報知する。

## 【 0 1 1 5 】

素子 3 1 の位置の検出方法としては、エネルギー変換手段 3 4 として図 3 に示した発振回路 1 0 2 を用い、インクタンクの外部に外部共振回路 1 0 1 と設置すれば、発振回路 1 0 2 からの出力に基づいて第 1 の実施形態と同様に検知する方法が挙げられる。また、その他に、インク液面の変位に伴って素子 3 1 が通過する位置に発光手段と受光手段とを対向配置し、発光手段から発せられた光を素子 3 1 が遮蔽することにより素子 3 1 の位置を検出する方法、または、発光手段から発した光を素子 3 1 で反射させ、その反射光により素子 3 1 の位置を検出する方法などが挙げられる。

## 【 0 1 1 6 】

本実施形態によれば、第 1 の実施形態において図 7 を参照して説明したように内部に空洞部を設けなくても素子 3 1 を浮遊させることができ、しかも、液体の比重が異なるなど、素子 3 1 が用いられる環境により素子 3 1 に必要な浮力などが変化する場合においても、外部からの起電力 3 2 をエネルギー変換手段 3 4 により変換して所望の位置に常に素子が存在するように設定することができるので、素子 3 1 が置かれる環境に拘わらず素子 3 1 を使用することが可能である。

## 【 0 1 1 7 】

なお、本実施形態は上述した第 1 及び第 2 の実施の形態に適宜組み合わせることも可能である。

## 【 0 1 1 8 】

（第 4 の実施の形態）

本実施形態は、第 1 又は第 2 の実施形態と同様の構成を有する素子に、他の素子に情報を伝達する機能を付与し、これらを対象物中に複数配置した構成としたものである。

## 【 0 1 1 9 】

まず、本実施形態の概念について図 1 4 を参照して説明する。図 1 4 は、本発明の第 4 の実施の形態の概念を説明するための図である。

## 【 0 1 2 0 】

図 1 4 (A) に示す例では、第 1 の実施の形態と同様の構成を有する複数の素子 4 1, 4 2, …, 4 3 が対象物中に配されており、各素子 4 1, 4 2, …, 4 3 に外部 A 又は外部 B より起電力が供給されると、各素子 4 1, 4 2, …, 4 3 はそれぞれ周囲環境情報を入手する。そして、素子 4 1 の入手情報 a は素子 4 2 へ、素子 4 1 及び素子 4 2 の入手情報 a, b は次の素子へと順次伝達され、最後の素子 4 3 はすべての入手情報を外部 A 又は外部 B に伝達する。

## 【 0 1 2 1 】

また、図 1 4 (B) に示す例では、第 2 の実施の形態と同様の構成を有する複数の素子 5 1, 5 2, …, 5 3 が対象物中に配され、各素子 5 1, 5 2, …, 5 3 に外部 A、外部 B 又は外部 C より起電力が供給されている。例えば、素子 5 3 に外部 A 又は外部 B から信号による所定の質問が入力されると、素子 5 1 又は 5 2 はそれぞれ質問に応じた情報を入手して回答を行ない、素子 5 1 又は 5 2 の質問回答は他の素子へと順次伝達され、所望の素子 5 3 より外部 A 又は外部 B 又は外部 C に返答される。

## 【 0 1 2 2 】

また、図 1 4 (C) に示す例では、第 2 の実施の形態と同様の構成を有する複数の素子 6 1, 6 2, …, 6 3 が対象物中に配され、各素子 6 1, 6 2, …, 6 3 に外部 A、外部 B 又は外部 C より起電力が供給されている。外部 A 又は外部 B より例えば素子 6 3 に対してある信号が入力されると、その信号は素子 6 2 および素子 6 1 へと順次伝達され、素子 6 1 により外部 A 又は外部 B 又は外部 C へ表示を行なう。

## 【 0 1 2 3 】

なお、図 1 4 (A) ~ (C) の例では、複数の素子のうち一つを、第 3 の実施の形態と同様に浮力発生手段を備えたものとしてもよい。

## 【 0 1 2 4 】

以上、本実施形態の概念について説明したが、以下に、上述の概念に基づいた本実施形態でのインク情報の検知について、図 1 5 及び図 1 6 を参照して説明する。

## 【 0 1 2 5 】

図 1 5 は、インクタンク内及びこれに接続したインクジェット記録ヘッド内にそれぞれ、第 1、第 2 又は第 3 の実施の形態の構成を適宜組み合わせた素子を配置した例を示している。この例では、第 1 の実施の形態に対して第 3 の実施の形態の浮力発生手段および他の素子 7 9 への情報伝達機能を付加した素子 7 1 がインクタンク 7 2 のインク 7 3 中の所望の位置に配置される。一方、インクタンク 7 2 のインク供給口 7 4 と連結した液路 7 5 及び液室 7 6 を通じて供給されたインクを印字のために吐出口 7 7 から吐出する記録ヘッド 7 8 には、ID 機能（認証機能）を備えた、第 2 の実施の形態と同様の構成を有する素子 7 9 が配置される。この素子 7 9 への電力供給は、素子表面に配した電極部と記録ヘッド 7 8 を駆動するための電気基板上のコンタクト部との接触によって行なってもよい。

## 【 0 1 2 6 】

そして、各素子 7 1、7 9 に外部から起電力を供給すると、インク 7 3 中の素子 7 1 は、インク情報として例えばインクの残量情報を入手し、記録ヘッド 7 8 側の素子 7 9 は例えばタンク交換のためのインク残量を判断する ID 情報を素子 7 1 に伝達する。すると、素子 7 1 は入手したインク残量と ID とを比較し、これらが一致したときのみ、素子 7 9 に、外部へタンク交換を知らせるよう伝達指示する。素子 7 9 はこれを受信して外部にタンク交換を知らせる信号を伝達したり、人の目や聴覚に訴える音や光等を出力する。

## 【 0 1 2 7 】

以上のように、素子のある対象物中に複数配することで、複雑な情報の条件を設定することが可能となる。

## 【 0 1 2 8 】

また、図 1 4 及び図 1 5 に示した例では、各々の素子に起電力を供給する構成としたが、これに限らず、ある素子に供給した起電力を情報とともに他の素子に順次伝達する構成であってもよい。

## 【 0 1 2 9 】

例えば図 1 6 に示すように、第 1 の実施の形態の構成に、第 3 の実施の形態と同様の浮力発生手段と、他の素子への情報伝達機能および起電力供給機能とを付加した素子 8 1、及び、第 2 の実施の形態の構成に、第 3 の実施の形態と同様の浮力発生手段と、他の素子への情報伝達機能および起電力供給機能とを付加した素子 8 2 がそれぞれ、図 1 5 と同様のインクタンク 7 2 のインク 7 3 中の所望の位置に配置される。一方、インクタンク 7 2 と連結した記録ヘッド 7 8 には、ID 機能（認証機能）を備えた、第 2 の実施の形態と同様の構成を有する素子 8 3 が配置される。この素子 8 3 への電力供給は素子表面に配した電極部と記録ヘッド 7 8 を駆動するための電気基板上のコンタクト部との接触によって行なってもよい。

## 【 0 1 3 0 】

そして、素子 8 1 に外部から起電力を供給すると、インク 7 3 中の一方の素子 8 1 は、インク情報として例えばインクの残量情報を入手して、この情報を内部の規定条件と比較し、他方の素子 8 2 へ伝達の必要がある場合は、入手したインク残量情報を他方の素子 8 2 に、その素子 8 2 を動作させる起電力とともに伝達する。起電力が供給された他方の素子 8 2 は、素子 8 1 から伝達されたインク残量情報を受信するとともに、インク情報として例えばインクの pH に関する情報を入手し、記録ヘッド 7 8 側の素子 8 3 に、素子 8 3 を動作させる起電力を伝達する。すると、起電力が供給された記録ヘッド 7 8 側の素子 8 3 は例えばタンク交換のためのインク残量又はインクの pH を判断する ID 情報を素子 8 2 に伝達する。そして素子 8 2 は、入手したインク残量情報および pH 情報と ID を比較し、一致したときのみ、素子 8 3 に外部へタンク交換を知らせるよう伝達指示する。素子 8 3 はこれを受信して外部にタンク交換を知らせる信号を伝達したり、人の目や聴覚に訴える音や光等を出力する。このように、ある素子から他の素子へと情報とともに起電力を供給する方法も考えられる。

【 0 1 3 1 】

なお、記録ヘッド 7 8 は、液路内でヒーター等の電気熱変換素子の熱によりインクを発泡させ、その気泡成長エネルギーにより、液路と連通する微小開口よりインクを吐出するものが考えられる。

【 0 1 3 2 】

(その他の実施の形態)

以下に、上述した各実施形態に適用可能なその他の実施形態について説明する。

【 0 1 3 3 】

〈情報入力手段〉

インクに関する情報およびその情報を入手する情報入手手段としては、上述した各実施形態で述べたものの他に、(1)  $\text{SiO}_2$  膜や  $\text{SiN}$  膜をイオン感応膜として作り、インクの pH を検知するセンサ (イオンセンサ)、(2) ダイアフラム構造を有し、タンク内の圧力変化を検知する圧力センサ、(3) 光を熱エネルギーに変換し、焦電効果を有するフォトダイオードを作り込み、現在の位置を検出し、インク残量を検知するセンサ、(4) 材料の導電効果を用いて、タンク内の水分量によりインク有無を検知するセンサ等が挙げられる。

【 0 1 3 4 】

以下に、情報入手手段をイオンセンサとした場合について詳細に説明する。

【 0 1 3 5 】

図 1 7 は、本発明の立体形半導体素子に設けられたイオンセンサの断面図である。

【 0 1 3 6 】

図 1 7 に示すように、立体形半導体素子のベースとなる球状シリコン 3 0 1 の表面には、 $\text{SiN}$  または  $\text{SiO}_2$  からなるイオン感応膜 3 0 2 が、その一部を間隙部 3 0 7 を介して球状シリコン 3 0 1 と間隔をあけて形成されている。イオン感応膜 3 0 2 の表面にはゲート絶縁膜 3 0 3 が形成されている。さらに、ゲート絶縁膜 3 0 3 の表面には、N 型不純物を導入したソース領域 3 0 4 a およびドレイン領域 3 0 4 b からなる N 型ウェル層が形成され、さらにその上に、P 型ウェ

ル層 3 0 5 が形成されている。また、間隙部 3 0 7 が形成された領域の、球状シリコン 3 0 1 の表面の一部には参照電極 3 0 6 が形成され、以上により、イオン選択性 F E T (電界効果トランジスタ) であるイオンセンサ 3 0 0 が構成される。

#### 【 0 1 3 7 】

間隙部 3 0 7 は、参照電極 3 0 6 が形成された球状シリコン 3 0 1 の表面に、インク感応膜 3 0 2 等を形成する前に、参照電極 3 0 6 を覆って犠牲層を形成しておき、P 型ウェル領域 3 0 5 が形成された後、この犠牲層をエッチング等により除去することで形成することができる。また、間隙部 3 0 7 は、不図示の連通部を介してイオンセンサ 3 0 0 の外部と連通しており、この立体形半導体素子がインク中に設置された状態では、インクは連通部を介して間隙部 3 0 7 内を自由に行き来できる。

#### 【 0 1 3 8 】

インク感応膜 3 0 2 がインクと接することにより、インク感応膜 3 0 2 とインクとの間でインク中のイオン種とその濃度に応じた界面電位が発生する。イオンセンサ 3 0 0 のソースドレイン間に所定のバイアス電圧を印加しておくことにより、界面電位に応じたドレイン電流が流れる。測定時には、参照電極 3 0 6 とソースとの間に適当なバイアスを印加しておき、界面電位とこのバイアスとの和に応じたドレイン電流を観測する。あるいは、イオンセンサ 3 0 0 をソースフォロア回路として構成し、抵抗を介して電位として出力を得るようにしてもよい。

#### 【 0 1 3 9 】

ところで、インクジェット記録装置で使用されるインクは、一般的に、溶媒としての水に、染料や顔料を溶解または分散させたものである。具体的には、カルボキシル基や水酸基を有する染料イオンや、これらの基を有する分散剤によって親水化された顔料や、これらの基を付着させた顔料粒子を水に溶解または分散させたものである。このような染料あるいは顔料は、水溶液系であるインク中で、図 1 8 ( a )、( b ) に示すように、水素結合などの比較的弱い結合により、会合状態を形成する。このような会合状態が数十／数百の分子間で起こると、仮想的に高分子の色材分子となり、インクの動的粘度を低下させ、その結果、記録へ

ッドからの吐出特性の劣化をもたらすことになる。

#### 【0140】

上述した会合状態が形成されると、見かけ上、イオンとしてのカルボキシル基や水酸基の活量が低下することになるとともに、イオン自体の実効的な分子量が大きくなるため、イオンセンサ300での検出電位に変化を生じさせることになる。本例の立体形半導体素子は、例えば記録ヘッドのインクと接触する領域に設置し、インク中での染料イオン等の会合状態をイオンセンサ300によって検知し、必要に応じて記録ヘッドの回復動作等を行って、記録ヘッド内のインクを常に一定の解離状態にする。

#### 【0141】

図19(a)は、イオンセンサでの検知結果を出力するための回路の一例を示す図であり、図19(b)は、図19(a)の回路をロジック回路として表したものである。ここでは、イオン濃度に応じて発振周波数が変化する発振回路を説明する。

#### 【0142】

図19に示す例では、MOSトランジスタ320、321を直列に接続してインバータ回路322、323が構成され、このようなインバータ回路322、323を2段、リング状に接続して発振回路を構成し、さらにインバータ回路323の出力をバッファとしての1段のインバータ回路322を介して取り出すことにより、発振出力としている。イオンセンサ300は、インバータ回路322の出力（すなわちインバータ回路323の入力）と接地点との間に挿入されている。この回路によれば、イオンセンサ300での検出電位に応じて発振周波数が変化する。従って、この発振周波数を検出することにより、インクのイオン濃度を検出することができる。

#### 【0143】

本発明の立体形半導体素子をインクタンクのインク中、特に液面付近に配しておくこと、上述したように、インク中の色材分子等が会合していくと、仮想的に高分子状態になり、底面付近に沈降し、インクタンク中のインクに濃度分布やpH分布が発生するのを検知することができる。その結果を外部に伝達することで、

これらの分布をなくす動作を機能させることが可能となる。

【0144】

イオンセンサ300での検出電圧値は、ネルンスト（Nernst）の式によって支配されるため、温度の関数でもある。そこで、温度の影響をなくすため、例えば温度センサも別に設け、温度の測定値に応じてイオン濃度の測定値を補正できるようにしてもよい。このように温度センサを設けた場合には、イオンセンサと温度センサとを同一の素子に形成してもよいし、それぞれ別の素子に形成し、第4の実施形態のように、温度センサを形成した素子が入手した情報を、イオンセンサを形成した素子に伝達する構成としてもよい。

【0145】

また、流体力学の面から導かれたストークス（Stokes）の法則によれば、イオンのモル濃度 $\lambda$ は、

【0146】

【数12】

$$\lambda = \frac{|Z| \cdot F^2}{6 \pi N \eta r} \quad (13)$$

【0147】

（ここで、Z：イオンの電荷数、F：ファラデー定数、N：単位面積当たりの分子数、 $\eta$ ：粘性率、r：イオン半径）

で与えられ、また、イオンの拡散係数Dは、

【0148】

【数13】

$$D = \frac{RT\lambda}{|Z| \cdot F^2} \quad (14)$$

【0149】

（ここで、R：気体定数、T：絶対温度）

で与えられる。この流体力学のストークスの法則がインク中のイオンの運動に当



てはめることができるとする。その際、インクカートリッジやインクタンクに注入する前に、インクのもル伝導度 $\lambda$ や拡散係数 $D$ を測定しておいて、素子に設けられている情報蓄積手段または素子の外部に予め設けられているメモリに認識させておく。

【0150】

インク中の色材成分（染料もしくは顔料）にのみ着目してみると、イオン半径 $r$ 、粘性率 $\eta$ 、電荷数 $Z$ が、可変するパラメータになる。

【0151】

さらに、着目したイオンの双極子モーメント $\mu$ は、

【0152】

【数14】

$$\mu = \frac{\lambda}{F} \quad (15)$$

【0153】

で表され、インクの被誘電率 $\varepsilon$ は、

【0154】

【数15】

$$\varepsilon = 2 \pi N \frac{\mu^2 g}{k T} \quad (16)$$

【0155】

（ここで、 $g$ ：隣接分子の相対的な配向で決まる量、 $k$ ：ボルツマン定数）で表される。

【0156】

上述のイオンセンサを用いて、検出電位の変化が、（イオンの電荷数 $Z$ ／イオン半径 $r$ ）に比例すると考えると、（10）式から、粘性率 $\eta$ の変化を相対的に見積もることができる、この粘性率 $\eta$ の変化に応じて吐出特性を一定にするためのパルス制御が、極めて有効な手段になると考えられる。

【0157】

<インクタンクの構成>

上述した実施の形態の立体形半導体素子を適用できるインクタンクのいくつかの構成例を図 2 0 ～ 図 2 3 に示す。

【 0 1 5 8 】

図 2 0 に示すインクタンク 5 0 1 は、インクを収容した可撓性のインク袋 5 0 2 を筐体 5 0 3 内に配置し、筐体 5 0 3 に固定したゴム栓 5 0 4 で袋口 5 0 2 a を閉じておき、インク導出用の中空針 5 0 5 をゴム栓 5 0 4 に突き刺して袋内に連通させることで、不図示のインクジェットヘッドへインク供給を行なうものである。このようなインクタンク 5 0 1 のインク袋 5 0 2 内に本発明の立体形半導体素子 5 0 6 を配置し、インク袋 5 0 2 内に収容されているインクの情報を検知することができる。

【 0 1 5 9 】

また、図 2 1 に示すインクタンク 5 1 1 は、インク 5 1 3 を収容した筐体 5 1 2 のインク供給口 5 1 4 に、インクを記録紙 S に向けて吐出し記録を行なうインクジェットヘッド 5 1 5 を取り付けたものである。このようなタンク 5 1 1 内のインク 5 1 3 中に本発明の立体形半導体素子 5 1 6 を配置し、筐体 5 1 2 内のインク 5 1 3 の情報を検知することができる。

【 0 1 6 0 】

また、図 2 2 に示すインクタンク 5 2 1 は、図 4 等にしたインクタンクと同様の構成を有し、インク 5 2 2 を収容し連通路 5 2 4 を除いて実質的に密閉状態のインク室と、負圧発生部材 5 2 3 を収納する大気連通状態の負圧発生室と、タンク最下部でインク室と負圧発生室を連通させる連通路 5 2 4 とを備えたものである。このような構成のインクタンク 5 2 1 において、インク室と負圧発生室とにそれぞれ本発明の立体形半導体素子 5 2 5, 5 2 6 を配し、分割された各々の室のインクに関する情報をやり取りしてもよい。

【 0 1 6 1 】

また、図 2 3 に示すインクタンク 5 3 1 は、インクを吸収保持した多孔質部材 5 3 2 を内部に収納し、収納したインクを記録のために使用するインクジェットヘッド 5 3 3 を取付けたものである。このような構成のタンク 5 3 1 においても、図 1 5、図 1 6 に示した構成と同様に、インクタンク 5 3 1 側とインクジェッ

トヘッド 5 3 3 側にそれぞれ本発明の立体形半導体素子 5 3 4, 5 3 5 を配し、分割された各々の構成部内のインクに関する情報をやり取りしてもよい。

#### 【 0 1 6 2 】

##### 〈インクジェット記録装置〉

図 2 4 に、本発明の立体形半導体素子を備えたインクタンクを搭載するインクジェット記録装置の概略斜視図を示す。図 2 4 に示されるインクジェット記録装置 6 0 0 に搭載されたヘッドカートリッジ 6 0 1 は、印字記録のためにインクを吐出する液体吐出ヘッドと、その液体吐出ヘッドに供給される液体を保持する図 2 0 ～図 2 3 に示したようなインクタンクとを有するものである。また、インクタンク内に配された立体形半導体素子（不図示）へ外部エネルギーである起電力を供給する外部エネルギー供給手段 6 2 2 や、立体形半導体素子と情報を双方向に通信する手段（不図示）が記録装置 6 0 0 内に設置されている。

#### 【 0 1 6 3 】

ヘッドカートリッジ 6 0 1 は、図 2 4 に示すように、駆動モータ 6 0 2 の正逆回転に連動して駆動力伝達ギヤ 6 0 3 および 6 0 4 を介して回転するリードスクリー 6 0 5 の螺旋溝 6 0 6 に対して係合するキャリッジ 6 0 7 上に搭載されている。駆動モータ 6 0 2 の動力によってヘッドカートリッジ 6 0 1 がキャリッジ 6 0 7 とともにガイド 6 0 8 に沿って矢印 a および b の方向に往復移動される。インクジェット記録装置 6 0 0 には、ヘッドカートリッジ 6 0 1 から吐出されたインクなどの液体を受ける被記録媒体としてのプリント用紙 P を搬送する被記録媒体搬送手段（不図示）が備えられている。その被記録媒体搬送手段によってプラテン 6 0 9 上を搬送されるプリント用紙 P の紙押さえ板 6 1 0 は、キャリッジ 6 0 7 の移動方向にわたってプリント用紙 P をプラテン 6 0 9 に対して押圧する。

#### 【 0 1 6 4 】

リードスクリー 6 0 5 の一端の近傍には、フォトカプラ 6 1 1 および 6 1 2 が配設されている。フォトカプラ 6 1 1 および 6 1 2 は、キャリッジ 6 0 7 のレバー 6 0 7 a の、フォトカプラ 6 1 1 および 6 1 2 の領域での存在を確認して駆動モータ 6 0 2 の回転方向の切り換えなどを行うためのホームポジション検知手

段である。プラテン 6 0 9 の一端の近傍には、ヘッドカートリッジ 6 0 1 の吐出口のある前面を覆うキャップ部材 6 1 4 を支持する支持部材 6 1 3 が備えられている。また、ヘッドカートリッジ 6 0 1 から空吐出などされてキャップ部材 6 1 4 の内部に溜まったインクを吸引するインク吸引手段 6 1 5 が備えられている。このインク吸引手段 6 1 5 によりキャップ部材 6 1 4 の開口部を介してヘッドカートリッジ 6 0 1 の吸引回復が行われる。

#### 【0 1 6 5】

インクジェット記録装置 6 0 0 には本体支持体 6 1 9 が備えられている。この本体支持体 6 1 9 には移動部材 6 1 8 が、前後方向、すなわちキャリッジ 6 0 7 の移動方向に対して直角な方向に移動可能に支持されている。移動部材 6 1 8 には、クリーニングブレード 6 1 7 が取り付けられている。クリーニングブレード 6 1 7 はこの形態に限らず、他の形態の公知のクリーニングブレードであってもよい。さらに、インク吸引手段 6 1 5 による吸引回復操作にあたって吸引を開始するためのレバー 6 2 0 が備えられており、レバー 6 2 0 は、キャリッジ 6 0 7 と係合するカム 6 2 1 の移動に伴って移動し、駆動モータ 6 0 2 からの駆動力がクラッチ切り換えなどの公知の伝達手段で移動制御される。ヘッドカートリッジ 6 0 1 に設けられた発熱体に信号を付与したり、前述した各機構の駆動制御を司ったりするインクジェット記録制御部は記録装置本体側に設けられており、図 2 4 では示されていない。

#### 【0 1 6 6】

上述した構成を有するインクジェット記録装置 6 0 0 では、前記の被記録媒体搬送手段によりプラテン 6 0 9 上を搬送されるプリント用紙 P に対して、ヘッドカートリッジ 6 0 1 がプリント用紙 P の全幅にわたって往復移動する。この移動時に不図示の駆動信号供給手段からヘッドカートリッジ 6 0 1 に駆動信号が供給されると、この信号に応じて液体吐出ヘッド部から被記録媒体に対してインク（記録液体）が吐出され、記録が行われる。

#### 【0 1 6 7】

なお、図 2 4 ではインクジェット記録装置の外装は示していないが、外装のカバーを半透明など中の状態が見れるものを用い、インクタンクも半透明のものを

用いた場合には光を伝達手段として用いると、タンクの光をユーザーが見ることができるので、例えば「タンク交換の必要がある」ことが分かり易く、ユーザーに、タンク交換の必要性を喚起することができる。従来は、記録装置本体の操作ボタンに発光手段を設け、その発光手段を発光させることによってタンク交換をユーザーに知らせていたが、発光手段は幾つかの表示機能を兼用している場合が多く、発光手段が発光してもユーザーはこの発光が何を意味しているのか分かりにくい場合が多かった。

【0168】

〈浮遊型の立体形半導体素子の液面での安定化〉

立体形半導体素子が、図7に示すような空洞部を有する構成であり、また、立体形半導体素子への電力の供給が、図3に示した発振回路と外部共振回路とによりなされる場合、インクタンクがどのような状態においても、素子に作り込まれた発振回路と外部の外部共振回路との間で安定した磁束（磁界）が働いている必要がある。つまり、外部共振回路に対する素子の向きが安定している必要がある。しかし、素子がインクなど液体中に浮遊している場合、外部振動により液面が振動し、素子の向きが変動することがある。そのような場合でも、素子が液体中で安定した姿勢を保持するために、浮遊型の立体形半導体素子の重心を以下のように決定する。

【0169】

図25で示しているように、球体として形成した立体形半導体素子210を液体中に浮遊させた場合、図25(a)のように、釣り合いの状態にあるためには

- (1) 浮力 $F$ ＝物体の重量 $W$ 、かつ、
  - (2) 浮力の作用線と重量の作用線（重心 $G$ を通る線）とが一致、
- という関係が成り立っていることが必要である。

【0170】

そして、図25(b)のように、外力により液体が振動して、立体形半導体素子210が、釣り合いの状態から少し傾いた時、浮力の中心 $C$ が移動し、浮力と重量とで偶力となる。

## 【0171】

ここで、釣り合いの状態にあるときの重量の作用線（図25（b）中の一点鎖線）と、傾いたときの浮力の作用線（図25（b）中の実線）との交点をメタセンタといい、メタセンタと重心Gとの距離hをメタセンタの高さという。

## 【0172】

立体形半導体素子210のメタセンタは重心Gよりも高い位置にあり、これにより、偶力（復元力）は元の釣り合いの位置に戻そうとする向きに作用する。この復元力Tは、

$$\begin{aligned} T &= Wh \sin \theta = F h \sin \theta \\ &= \rho g V h \sin \theta \quad (>0) \quad (14) \end{aligned}$$

で表される。ここで、Vは、立体形半導体素子210が排除した液体の体積、 $\rho g$ は、立体形半導体素子210の比重量である。

## 【0173】

そこで、この復元力Tを正にするためには、 $h > 0$ となることが必要十分条件である。

## 【0174】

そして、図25（b）から、

## 【0175】

【数16】

$$h = (I/V) - \overline{CG} \quad (17)$$

## 【0176】

となる。ここで、IはO軸回りの慣性モーメントである。よって、

## 【0177】

【数17】

$$(I/V) > \overline{CG} \quad (18)$$

## 【0178】

となることが、立体形半導体素子210が、インク中で安定して浮遊し、外部共

振回路からの誘電起電力の供給や、素子外部の通信手段との双方向通信を行うための必要条件となる。

【0179】

〈圧力センサ〉

ここでは、第1の実施形態で述べた、液体の密度を検知するのに利用される圧力センサの一例について詳しく説明する。

【0180】

図26は、本発明の立体形半導体素子に設けられる圧力センサの構造の一例を説明する断面図である。

【0181】

図26に示す圧力検知センサは、ポリシリコン膜におけるピエゾ抵抗効果を利用した半導体歪ゲージであり、球状シリコンから作られる立体形半導体素子の表面の常にインクと接する部位に形成されている。ポリシリコン抵抗層221は、球状シリコン200の表面に、空洞部225を介して部分的に浮き上がったダイアフラムとして形成されている。ポリシリコン抵抗層221の浮き上がった領域での両端部には、例えばCuまたはWからなる配線222が設けられている。そして、ポリシリコン抵抗層221および配線222は、SiNからなる保護膜223で覆われ、これにより圧力調整手段が構成されている。

【0182】

次に、図26に示す圧力検知センサによる圧力検知原理について、図26、および図26に示すポリシリコン抵抗層からの出力をモニタする回路の回路図である図27を参照して説明する。

【0183】

図27において、ポリシリコン抵抗層221の通常時の抵抗値を $r$ とすると、電流計230には、

$$i = VDD / \{ R_0 + R \times r / (R + r) \} \quad (19)$$

の電流が流れる。また、ポリシリコンは、その変位にほぼ比例して抵抗値が増加する特性を有する。従って、通路212の圧力の変化によってポリシリコン抵抗層221が変位すると、ポリシリコン抵抗層221の抵抗値 $r$ が変化し、その結

果、電流計 2 3 0 で測定される電流  $i$  も変化する。すなわち、電流  $i$  の変化からポリシリコン抵抗層 2 2 1 の変位量がわかり、それによってインクの圧力が検知可能となる。

【0 1 8 4】

更に詳細に説明すると、ポリシリコン抵抗層 2 2 1 の長さを  $L$ 、断面積を  $S$  とすると、抵抗率  $\rho$  を用い、全抵抗値  $R$  は、

$$R = \rho L / S \quad (20)$$

で表される。ここで、ポリシリコン抵抗層 2 2 1 が、圧力変化に伴って変化すると、その長さは  $L + \Delta L$  と長くなり、抵抗値が増加する。一方、断面積は  $S - \Delta S$  と小さくなり、また、 $\rho$  も  $\rho'$  と変化する。抵抗値の増加分  $\Delta R$  と長さの増加部  $\Delta L$  との関係は、

【0 1 8 5】

【数 1 8】

$$\begin{aligned} R + \Delta R &= \frac{\rho' (L + \Delta L)}{S - \Delta S} \\ &\equiv \frac{\rho L}{S} + \Delta L \frac{\rho'}{S - \Delta S} \quad (21) \end{aligned}$$

【0 1 8 6】

で表され、更に、

【0 1 8 7】

【数 1 9】

$$\begin{aligned} \frac{\Delta R}{R} &= \frac{\rho'}{\rho} \times \frac{S}{S - \Delta S} \times \frac{\Delta L}{L} \\ &= k_g \times \frac{\Delta L}{L} \quad (22) \end{aligned}$$

【0 1 8 8】

となる。ここで、 $k_g$  は、歪みに対する抵抗値の変化係数を表している。

【0 1 8 9】

そして、ブリッジ回路等を用いて、抵抗値の変化分  $\Delta R$  を検出することで圧力



変動を求めることができる。

【0190】

ポリシリコンは温度によって歪み抵抗が変化する特性を持つ。そのため、ポリシリコン抵抗層221を有する圧力検知センサでは、ポリシリコン抵抗層221の温度をモニタする温度センサを更に備えることが望ましい。つまり、ポリシリコン抵抗層221に、温度センサを介して電圧VDDを供給することにより、環境温度の変化によるポリシリコン抵抗層221の抵抗変化を補償して、インクの圧力をより正確に検知することができる。

【0191】

〈立体形半導体素子のインクタンク以外への応用〉

以上、本発明について、インクジェット記録装置に用いられるインクタンク内のインク情報を検知する場合を例に挙げて説明した。本発明は、これに限らず、素子が接している液体に関する情報を外部から検知するのに有効な発明である。

【0192】

ここでは、本発明の立体形半導体素子のインクタンク以外への適用例について説明する。

【0193】

図28は、本発明の立体形半導体素子を配した水管の断面図である。図28に示す例では、水道管など、図示矢印方向に液体が流れる水管151内に、本発明の立体形半導体素子153が固定されている。立体形半導体素子153は、エネルギー変換手段として発振回路（不図示）を有し、水管151の外側の、立体形半導体素子153の近くに、共振回路を介して立体形半導体素子153に電力を供給するための外部共振回路152が配されている。このような水管151内に立体形半導体素子153を配することによって、外部共振回路152による共振周波数領域を可変させて、立体形半導体素子153内の発振回路から発生する出力により、水管151内の液体の流れに伴って液体の特性変化を読み取ることができる。

【0194】

図29は、本発明の立体形半導体素子を配したマイクロバルブの概略断面図で

ある。図 2 9 に示すように、マイクロバルブ 1 6 0 は、壁面に圧電素子 1 6 2 が取り付けられるとともに、液体の流入口および排出口が形成された液体室 1 6 1 と、液体室 1 6 1 の流入口に設けられ、液体室 1 6 1 の内側にのみ開く流入弁 1 6 4 a, 1 6 4 b と、液体室 1 6 1 の流出口に設けられ、液体室 1 6 1 の外側にのみ開く流出弁 1 6 6 a, 1 6 6 b とを有する。流入口には流入管 1 6 3 が接続され、流出口には流出管 1 6 5 が接続されている。そして、本発明の立体形半導体素子 1 6 7 は、液体室 1 6 1 内に固定されている。

## 【 0 1 9 5 】

図 2 9 に示すマイクロバルブ 1 6 0 では、圧電素子 1 6 2 に電圧を印加することによる圧電素子 1 6 2 のたわみ変形を利用して、図 3 0 (a) および (b) に示すように、液体室 1 6 1 の容積を変化させている。すなわち、図 3 0 (a) に示すように圧電素子 1 6 2 を変形させると、液体室 1 6 1 の容積が増大し、これにより流入弁 1 6 4 a, 1 6 4 b が開き、流入管 1 6 3 から液体室 1 6 1 内に液体が流入する。その後、図 3 0 (b) に示すように圧電素子 1 6 2 を変形させると、液体室 1 6 1 の容積が減少し、これにより流出弁 1 6 6 a, 1 6 6 b が開き、液体室 1 6 1 内の液体が流出管 1 6 5 へ流出する。この動作を繰り返すことで、液体室 1 6 1 を経由して、流入管 1 6 3 から流出管 1 6 5 へ液体を送ることができる。

## 【 0 1 9 6 】

液体室 1 6 1 内に配された立体形半導体素子 1 6 7 は、液体室 1 6 1 内の液体の化学的物性変化を経時的に検出することができる。その検出された化学的物性変化から物理的物性を推定し、圧電素子 1 6 2 の駆動条件を最適化させることができる。その結果、図 2 9 に示したマイクロバルブ 1 6 0 は、定量ポンプや、またはインクジェットヘッドのように一定量の液滴を吐出させるデバイスにも適用することができる。

## 【 0 1 9 7 】

図 3 1 に、図 2 9 に示すマイクロバルブを適用したインクジェットデバイスの概略断面図を示す。図 3 1 に示すインクジェットデバイス 1 7 0 は、圧電素子 1 7 2 が取り付けられた液体室 1 7 1 と、液体室 1 7 1 の流入口に接続された供給

管 1 7 3 と、液体室 1 7 1 の流出口に接続され、オリフィス 1 7 5 a が形成された吐出部 1 7 5 とを有する。液体室 1 7 1 の流入口には液体室 1 7 1 の内側にのみ開く流入弁 1 7 4 a, 1 7 4 b が設けられ、液体室 1 6 1 の流出口には液体室 1 7 1 の外側にのみ開く流出弁 1 7 6 a, 1 7 6 b が設けられている。立体形半導体素子 1 7 7 は、液体室 1 7 1 内に固定されている。

#### 【0198】

図 3 1 に示すインクジェットデバイス 1 7 0 の基本的な動作は、図 3 0 に示したマイクロバルブ 1 6 0 と同様であり、圧電素子 1 7 2 を駆動することで、供給管 1 7 3 から供給された液体が、液体室 1 7 1 を経由して、吐出部 1 7 5 のオリフィス 1 7 5 a から液滴として吐出される。インクジェットデバイス 1 7 0 においても、立体形半導体素子 1 7 7 での検知結果に基づいて圧電素子 1 7 2 の駆動を最適化し、ひいては液滴の吐出特性を最適化することができる。

#### 【0199】

このように、本発明は、液体を取り扱うあらゆる装置において、その液体に関する情報を入手するのに有効であるが、最も好ましいのは、上述した各実施形態で説明したような、着脱可能に装着されたインクタンクに収容されたインクをインクジェット記録ヘッドに供給し、その記録ヘッドから噴射するインク滴で記録用紙に印字するインクジェットプリンタに関するインク情報を検知し、インクジェットプリンタにその情報を伝送して、最適な方法でプリンタを制御したり、タンク内の状態を最適維持するのに適用する場合である。

#### 【0200】

また、上述した各実施形態では、インクタンク、水管、あるいはマイクロバルブといった、液体を取り扱う装置に立体形半導体素子を配した例を挙げて説明したが、その立体形半導体素子の持つ機能をこれらの装置に直接付与してもよい。

#### 【0201】

##### 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、液体（インク）に関する情報を入手する機能と、入手した情報を外部に伝達する機能とを素子自体に作り込むことで、液体に関する情報の入手および外部への伝達を効率的に行うことができる。特に、

本発明の立体形半導体素子をインクタンクに適用することで、立体形半導体素子が入手した情報に基づいて記録ヘッドの駆動等を制御し、高品位な記録を行うことができる。具体的には、インクタンクが別のものに換えられたり、異なる種類のインクが挿入されてもそれを検知することができ、また、インクの粘度や表面張力の変化を推定し、その推定結果に基づいて記録ヘッドの駆動条件を最適に制御し、安定した吐出特性を保つことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。

【図 2】

図 1 に示した立体形半導体素子の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 3】

本発明の立体形半導体素子の構成要素であるエネルギー変換手段の電力発生原理を説明するための図である。

【図 4】

図 1 に示す立体形半導体素子を収容したインクタンクの概略構成図である。

【図 5】

図 3 に示す発振回路からの出力を共振周波数と振幅との関係で示す図である。

【図 6】

図 3 に示す発振回路からの出力の振幅のピーク値とインクの pH との関係を示す図である。

【図 7】

図 4 に示す浮遊型の立体形半導体素子の製造方法の一例を説明するための一連の工程を示す図である。

【図 8】

本発明の立体形半導体素子に使用する N-MOS 回路素子を縦断するように切断した模式的断面図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。

【図 1 0】

図 9 に示した立体形半導体素子の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 1】

本発明の第 3 の実施の形態による立体形半導体素子の内部構成および外部とのやり取りを表したブロック構成図である。

【図 1 2】

インクタンクのインク中に浮遊させた図 9 の構成の素子の位置を、インクの消費変化とともに示す図である。

【図 1 3】

図 9 に示す構成の素子の位置を確認し、タンク交換の必要性を判断するためのフローチャートである。

【図 1 4】

本発明の第 4 の実施の形態の概念を説明するための図である。

【図 1 5】

インクタンク内及びこれに接続したインクジェットヘッド内にそれぞれ、第 1、第 2 又は第 3 の実施の形態を適宜組み合わせた立体形半導体素子を配置した例を示す図である。

【図 1 6】

インクタンク内及びこれに接続したインクジェットヘッド内にて、ある立体形半導体素子に供給した起電力を情報とともに他の立体形半導体素子に順次伝達する構成例を示す図である。

【図 1 7】

本発明の立体形半導体素子を構成する情報入手手段の一例であるイオンセンサを説明する図である。

【図 1 8】

インク中の染料イオンの会合状態を説明する図である。

【図 1 9】

図 1 7 に示すイオンセンサでの検知結果を出力するための回路の一例を示す図である。

【図 2 0】

本発明の種々の実施の形態による立体形半導体素子を配するのに好適なインクタンクの例を示す図である。

【図 2 1】

本発明の種々の実施の形態による立体形半導体素子を配するのに好適なインクタンクの例を示す図である。

【図 2 2】

本発明の種々の実施の形態による立体形半導体素子を配するのに好適なインクタンクの例を示す図である。

【図 2 3】

本発明の種々の実施の形態による立体形半導体素子を配するのに好適なインクタンクの例を示す図である。

【図 2 4】

本発明の立体形半導体素子を備えたインクタンクを搭載するインクジェット記録装置の一例の概略斜視図である。

【図 2 5】

図 7 で示す方法で製造した立体形半導体素子が液体中で安定した状態を保持するための条件を説明するための図である。

【図 2 6】

本発明の立体形半導体素子に設けられる圧力センサの構造の一例を説明する図である。

【図 2 7】

図 2 6 に示すポリシリコン抵抗層からの出力をモニタする回路の回路図である。

【図 2 8】

本発明の立体形半導体素子を配した水管の断面図である。

【図 2 9】

本発明の立体形半導体素子を配したマイクロバルブの概略断面図である。

【図 3 0】

図 2 9 に示すマイクロバルブの動作を説明する図である。

【図 3 1】

図 2 9 に示すマイクロバルブを適用したインクジェットデバイスの概略断面図である。

【図 3 2】

従来のインク残量検知装置の一例を示す図である。

【図 3 3】

従来のインク残量検知装置の他の例を示す図である。

【符号の説明】

1 1, 2 1, 3 1, 7 1, 7 9, 8 1, 8 2, 8 3, 1 5 3, 1 6 7, 1 7 7

立体形半導体素子

1 2, 2 2, 3 2 起電力

1 3, 2 3, 3 3 電力

1 4, 2 4, 3 4 エネルギー変換手段

1 5, 2 5 情報入手手段

1 6, 2 6 判断手段

1 7, 2 7 情報蓄積手段

1 8, 2 8 情報伝達手段

2 9 受信手段

3 0 入力信号

3 5 浮力発生手段

3 6, 5 3, 7 4 インク供給口

3 7 負圧発生部材

3 8, 7 3 インク

5 0, 7 2, 5 0 1, 5 1 1, 5 2 1, 5 3 1 インクタンク

5 0 a 仕切壁

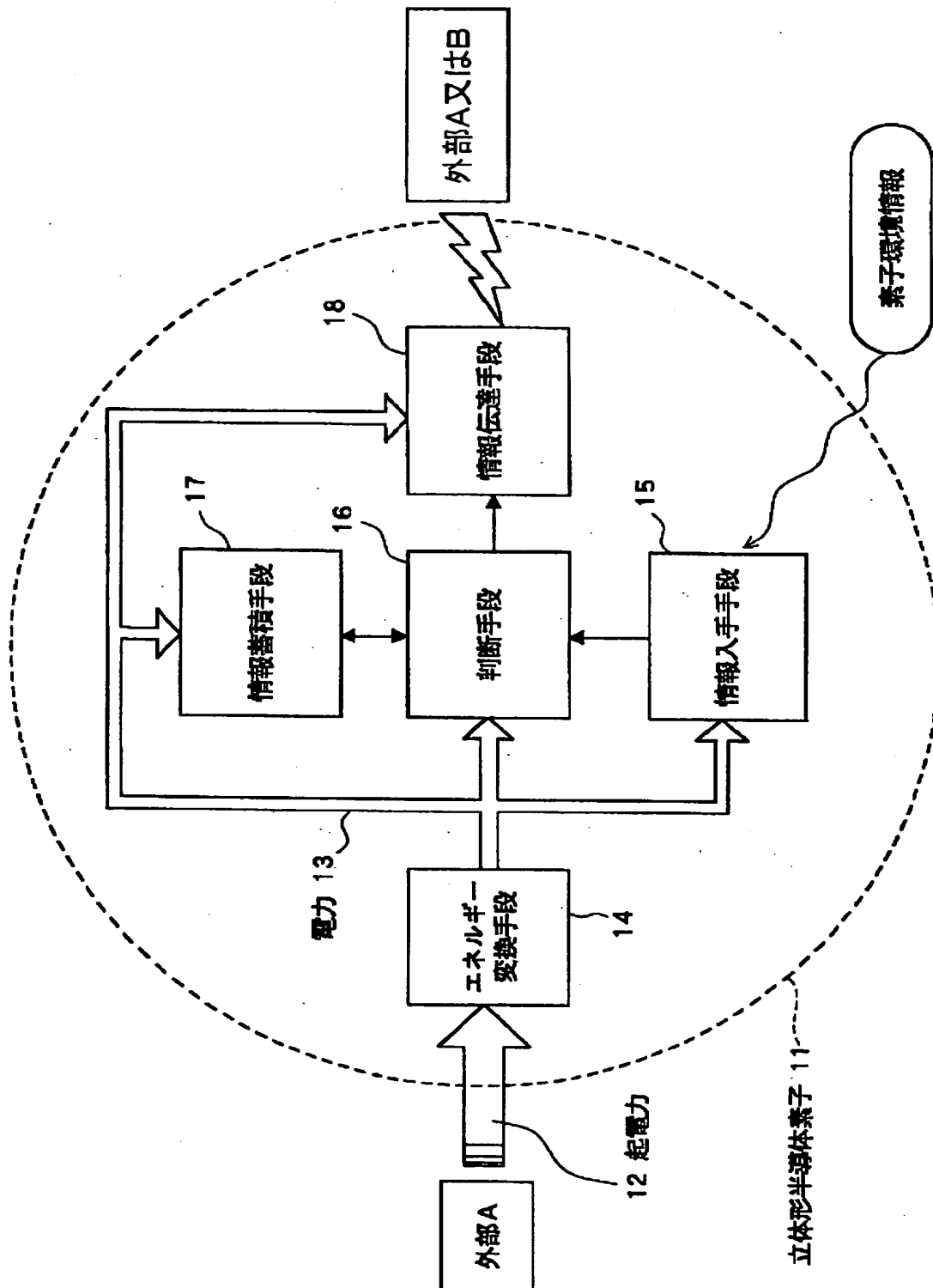
5 0 b 連通路  
 5 1 負圧発生室  
 5 2 インク室  
 7 5 液路  
 7 6 液室  
 7 7 吐出口  
 7 8 記録ヘッド  
 1 0 1, 1 5 2 外部共振回路  
 1 0 2 発振回路  
 1 5 1 水管  
 1 6 0 マイクロバルブ  
 1 6 1, 1 7 1 液体室  
 1 6 2, 1 7 2 圧電素子  
 1 6 3 流入管  
 1 6 4 a, 1 6 4 b, 1 7 4 a, 1 7 4 b 流入弁  
 1 6 5 流出管  
 1 6 6 a, 1 6 6 b, 1 7 4 a, 1 7 4 b 流出弁  
 1 7 0 インクジェットデバイス  
 1 7 3 供給管  
 1 7 5 吐出部  
 1 7 5 a オリフィス  
 2 0 1, 3 0 1 球状シリコン  
 2 0 2  $\text{SiO}_2$ 膜  
 2 0 3 開口  
 2 0 4 空洞部  
 2 0 5  $\text{SiN}$ 膜  
 2 0 6  $\text{Cu}$ 膜  
 2 0 7 封止部材  
 3 0 0 イオンセンサ



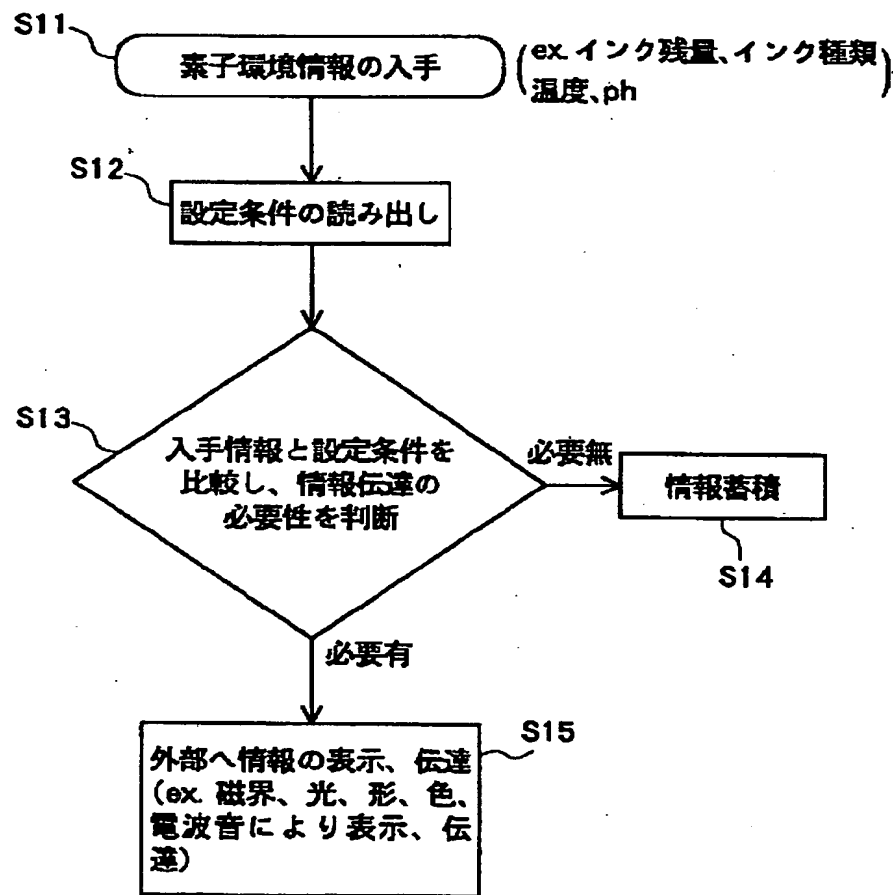
- 3 0 2     インク感応膜
- 3 0 3     ゲート絶縁膜
- 3 0 4 a     ソース領域
- 3 0 4 b     ドレイン領域
- 3 0 5     P型ウェル層
- 3 0 6     参照電極
- 3 0 7     間隙部
- 6 0 0     インクジェット記録装置
- 6 0 1     ヘッドカートリッジ
- 6 0 7     ギャリッジ
- 6 2 2     外部エネルギー供給手段

【書類名】 図面

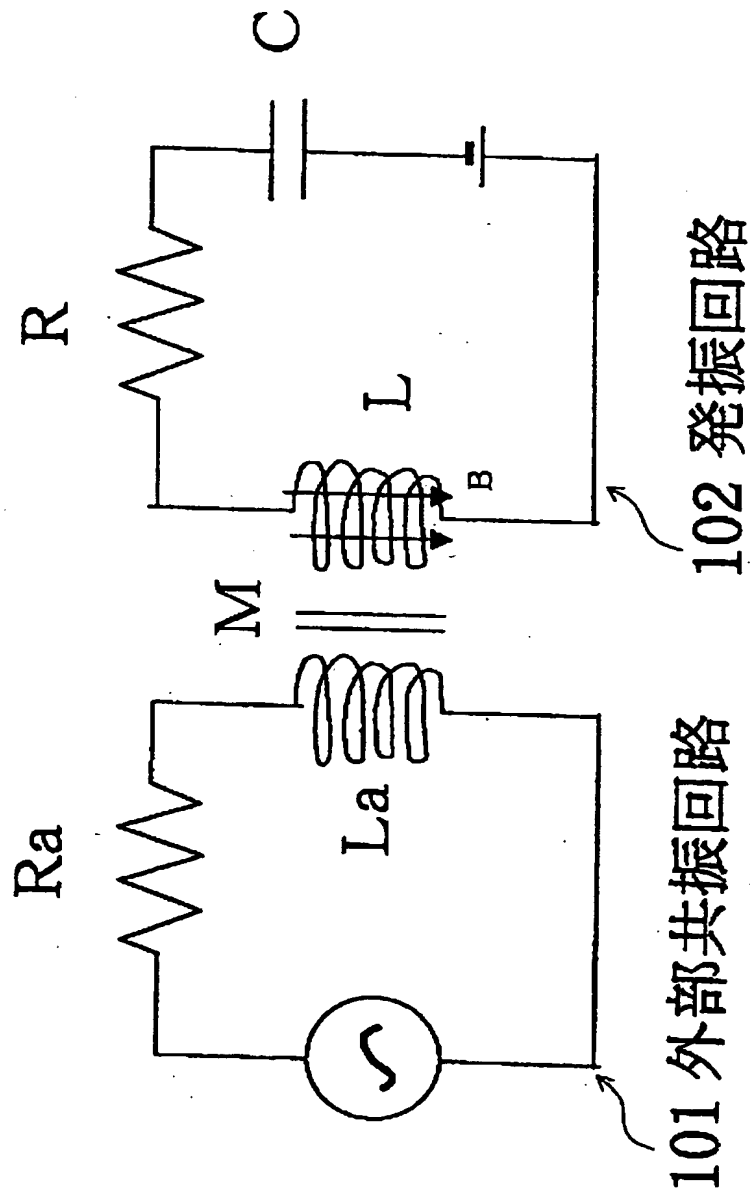
【図 1】



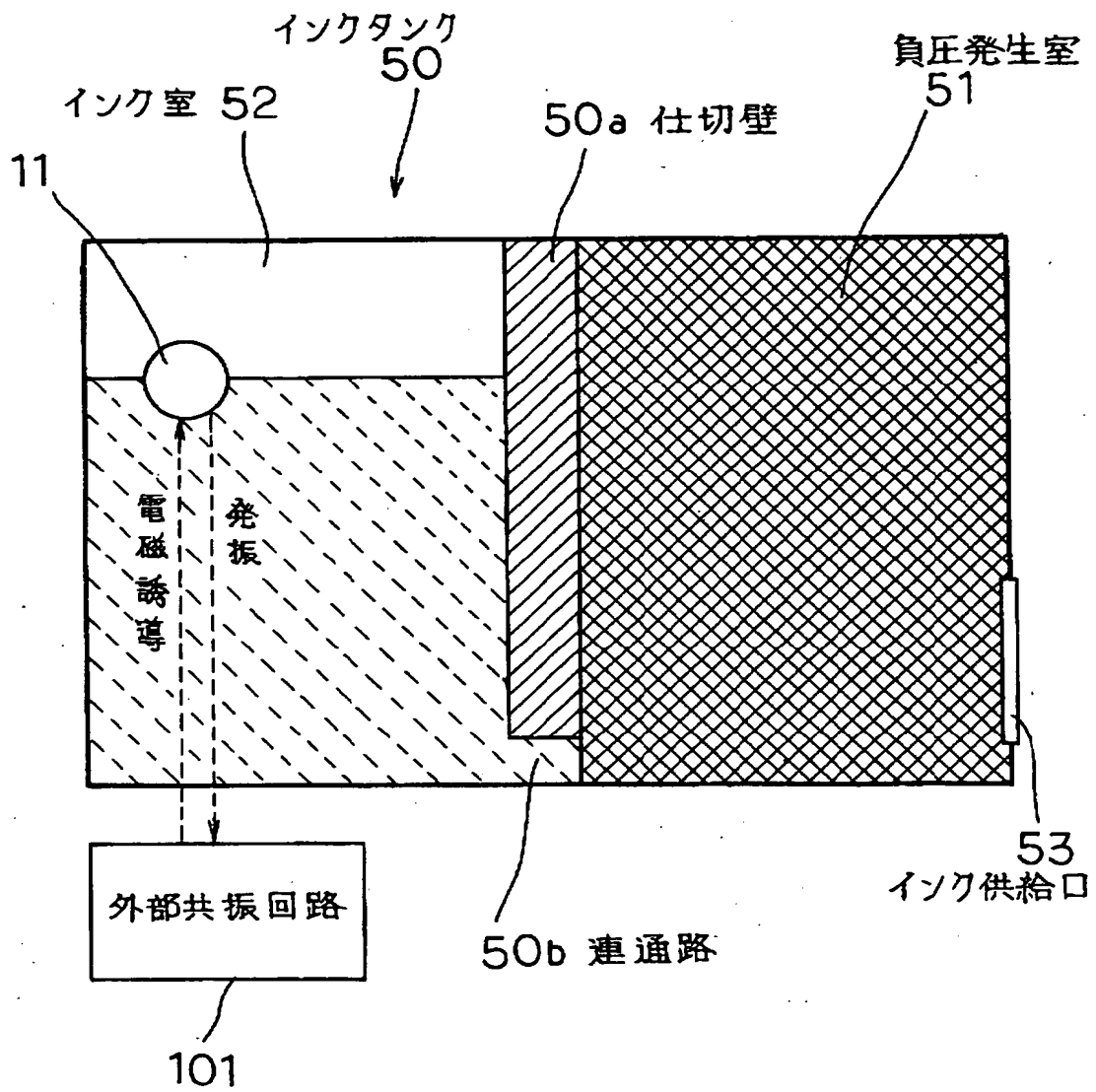
【図 2】



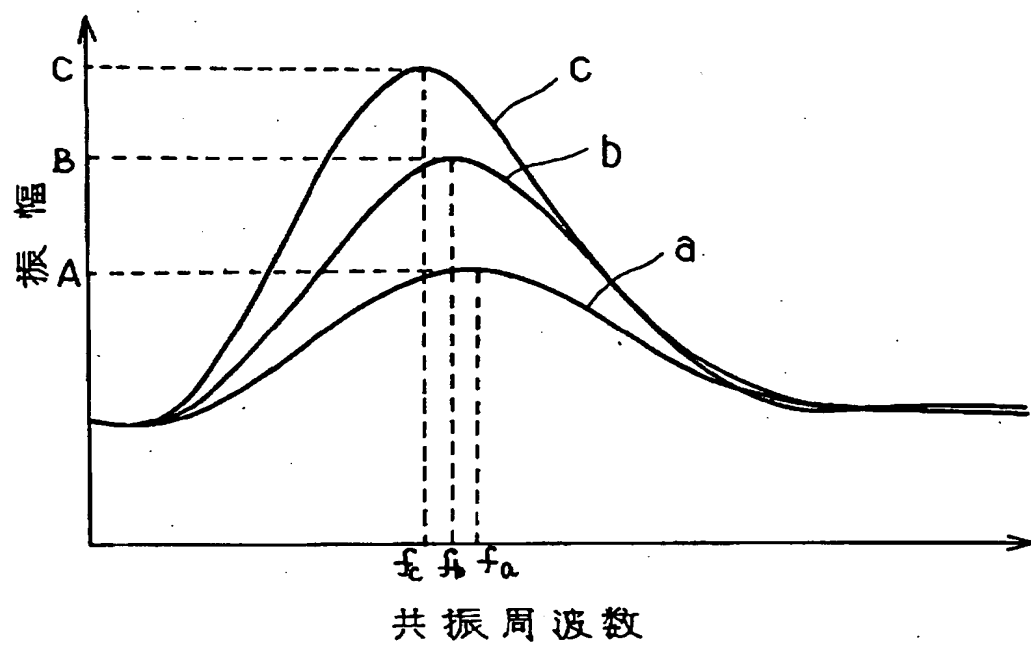
【図 3】



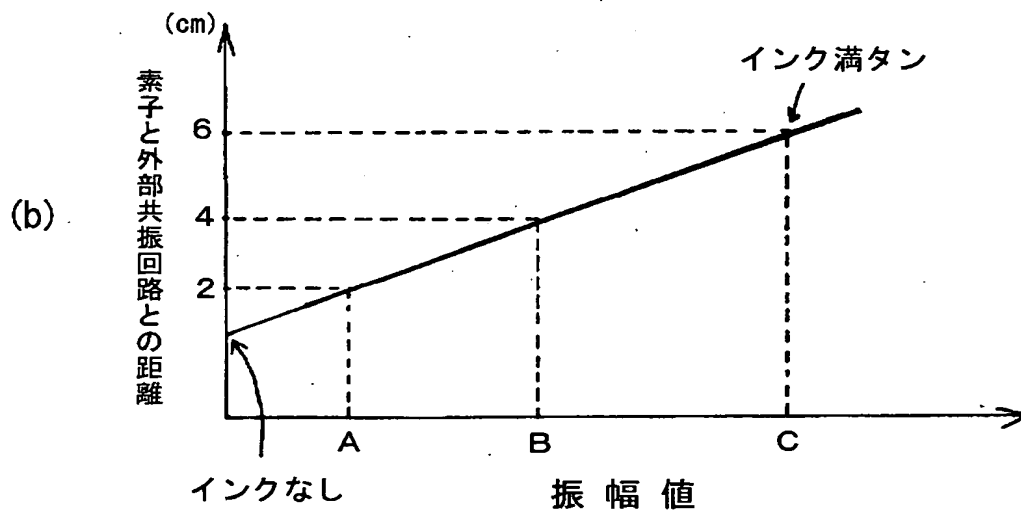
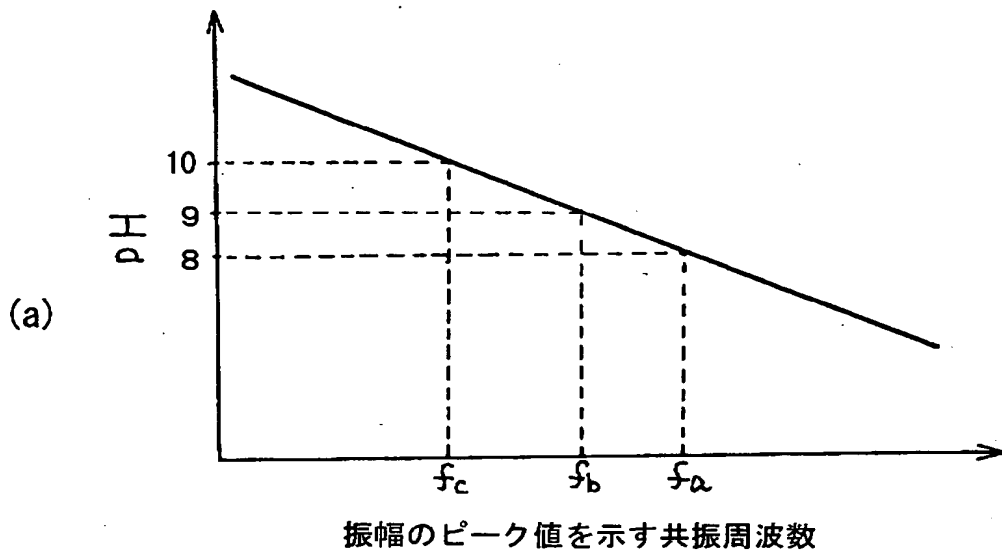
【図4】



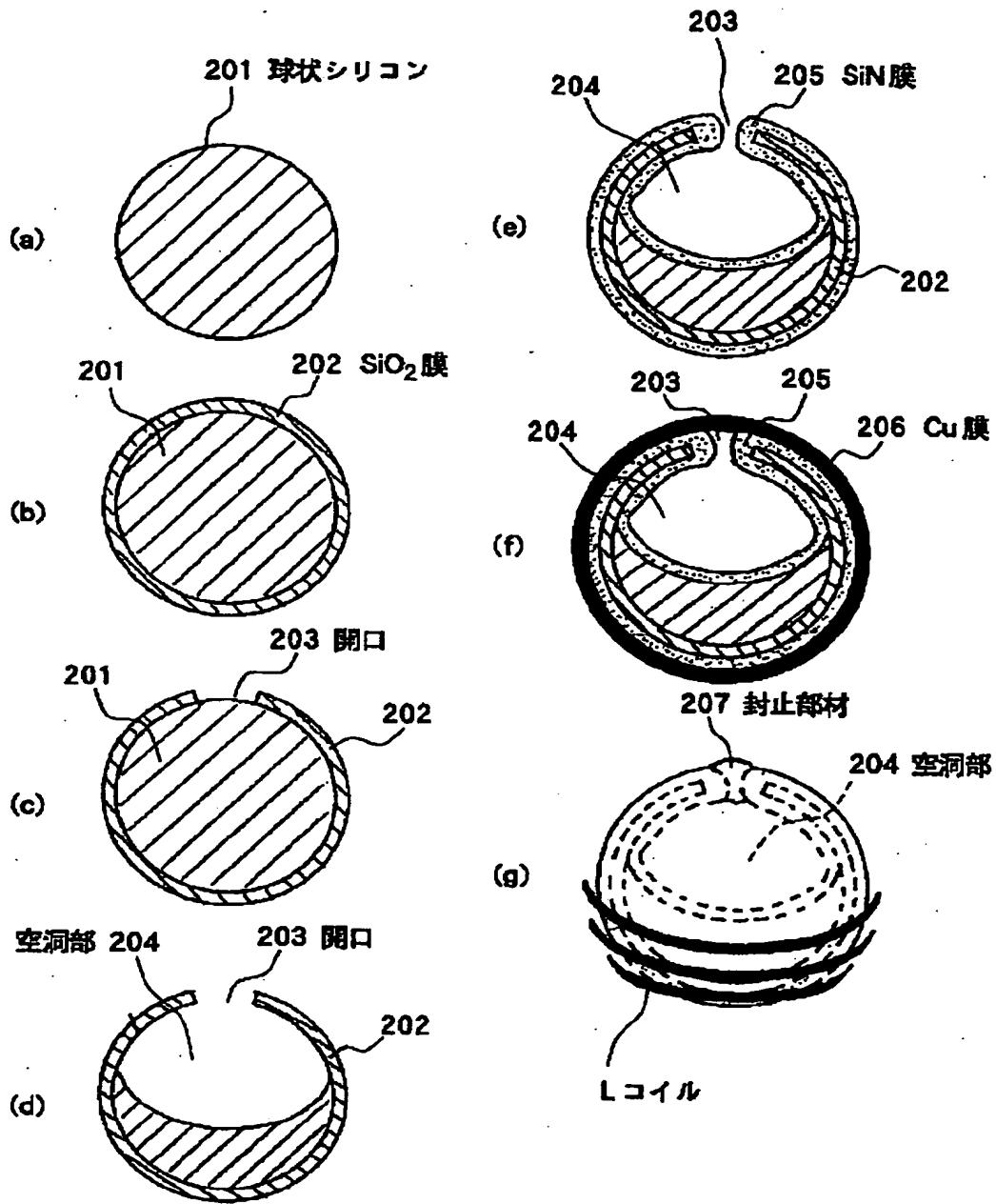
【図5】



【図 6】

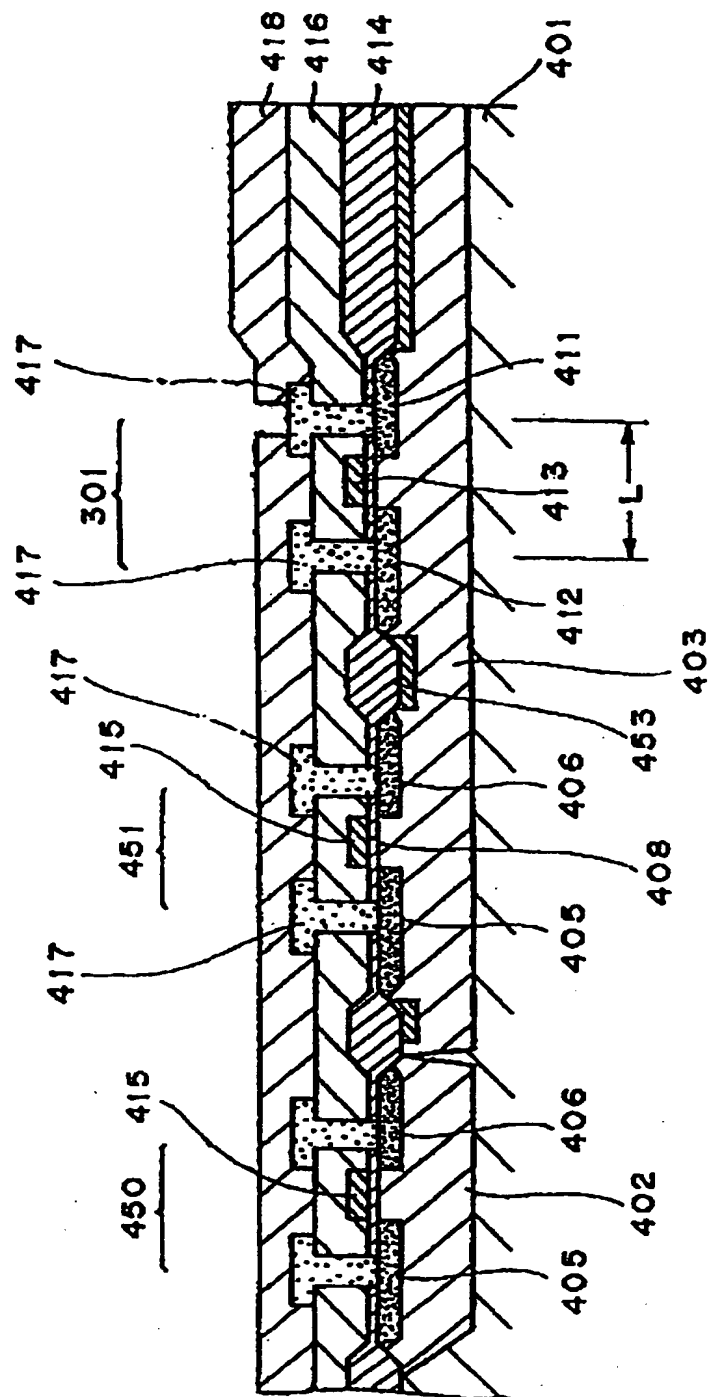


【図 7】

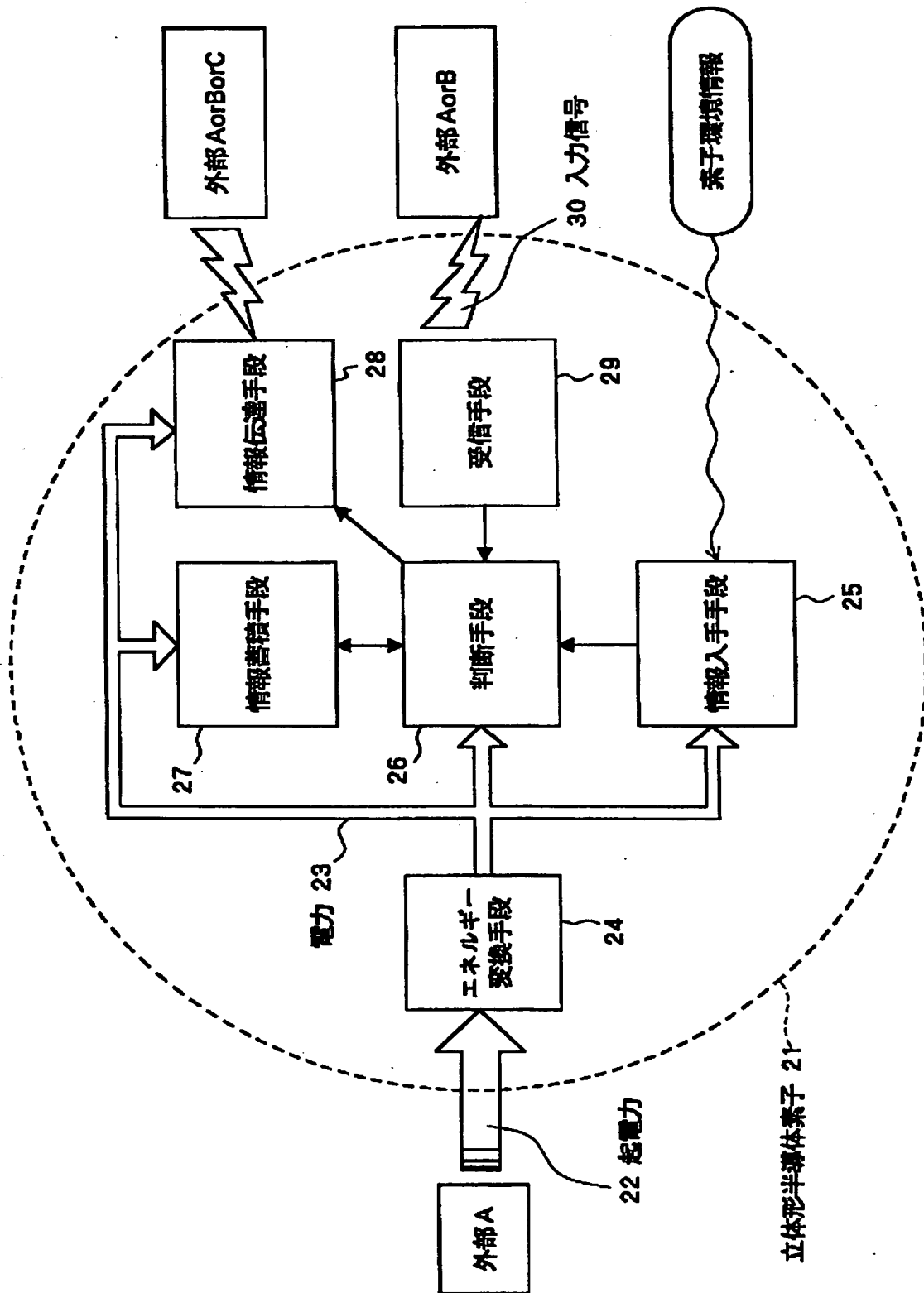




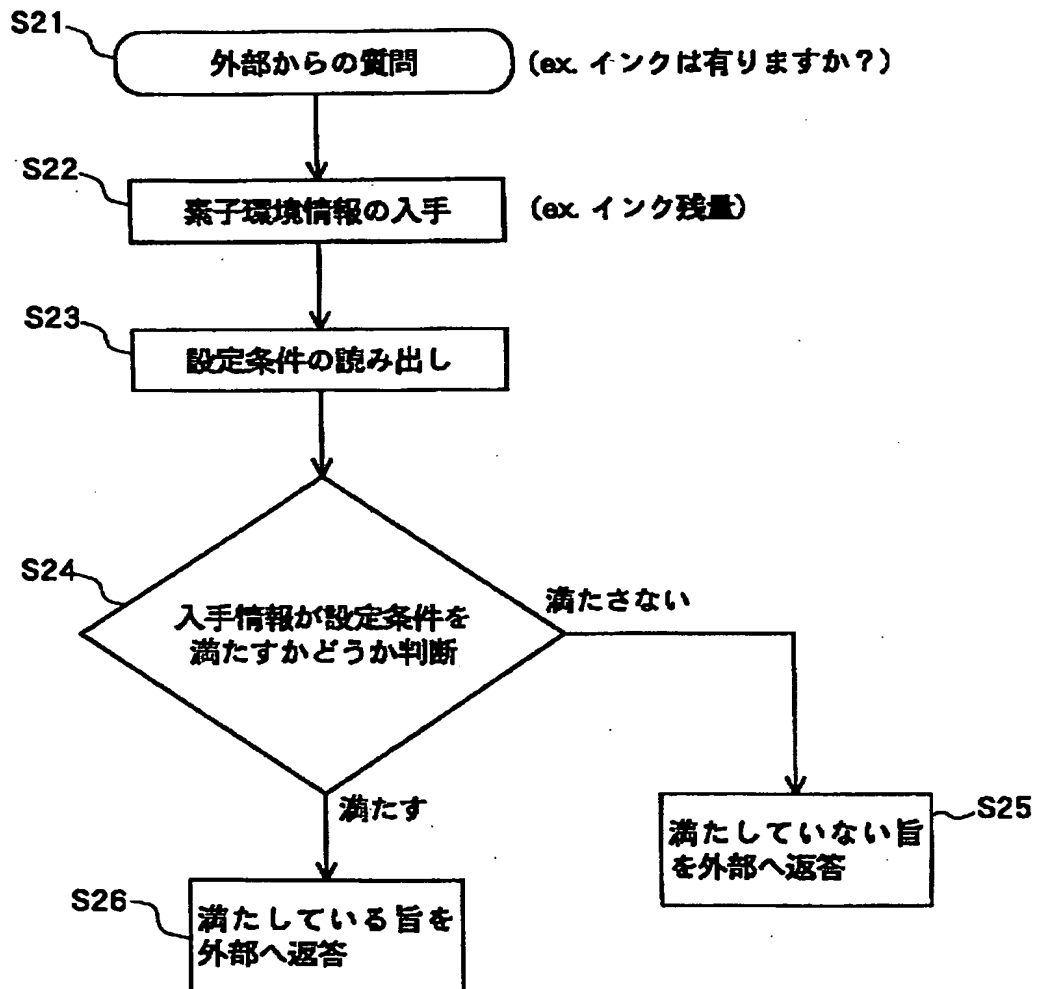
【图 8】



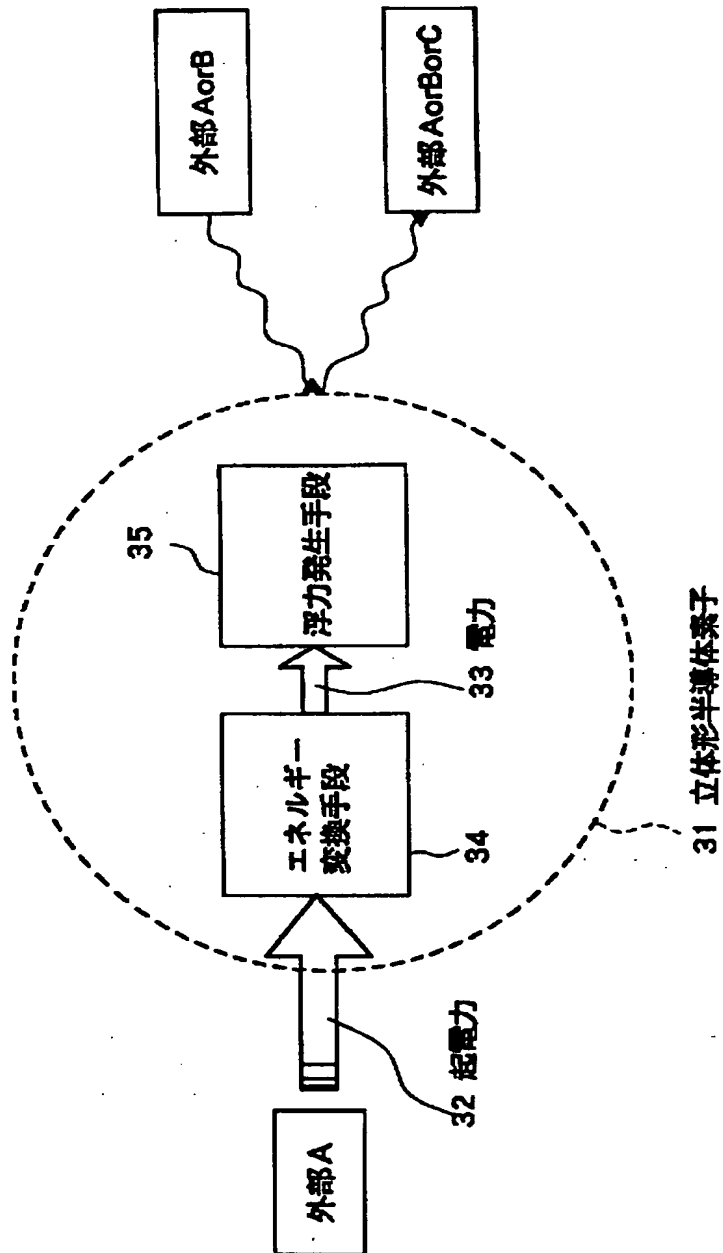
【図9】



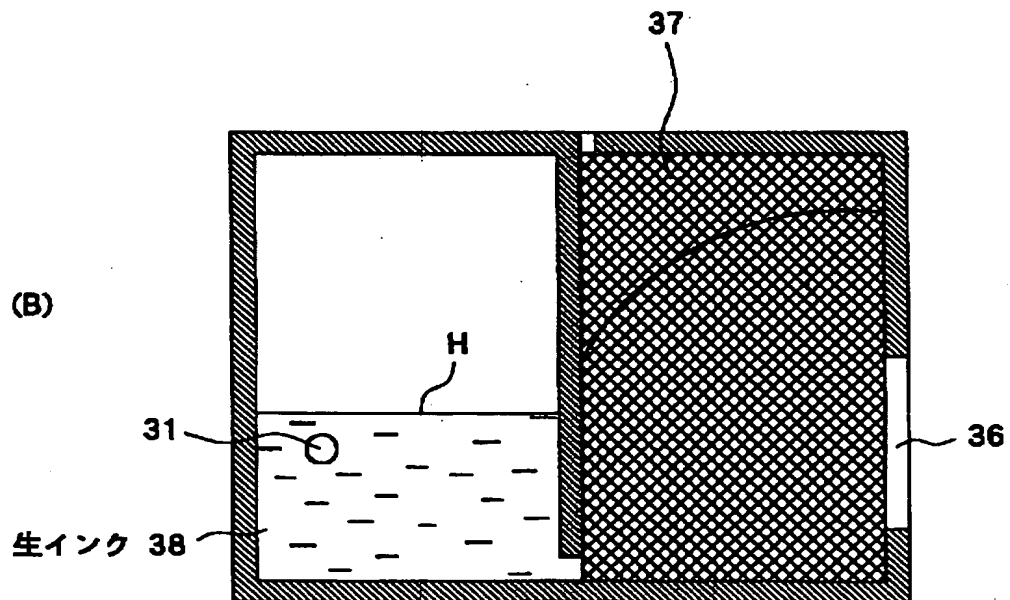
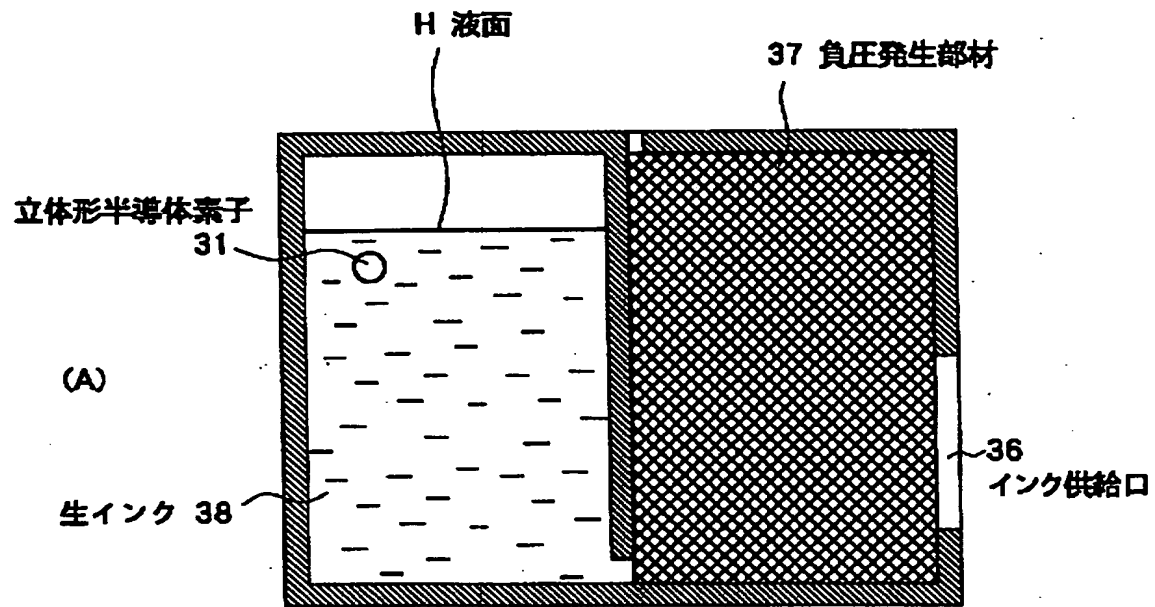
【図 1 0】



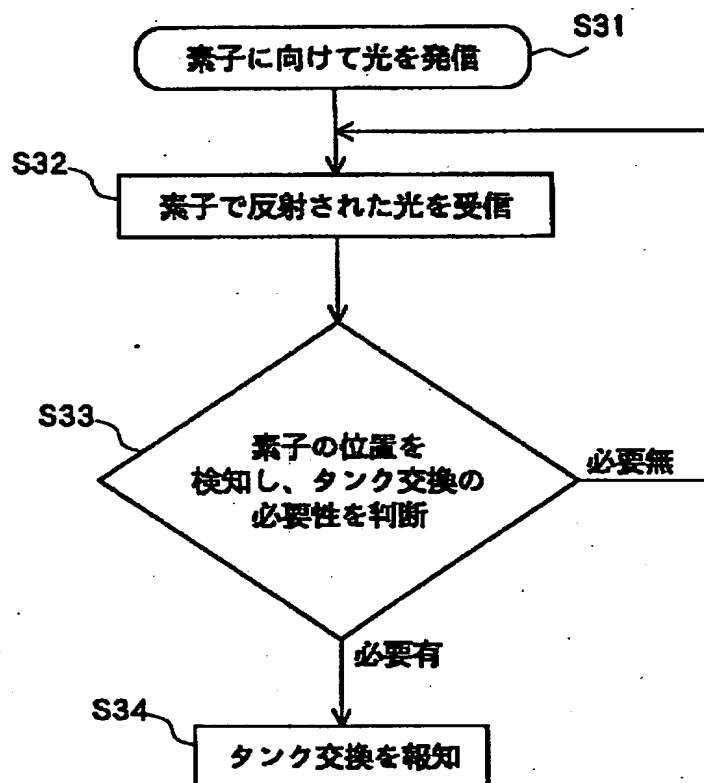
【図 11】



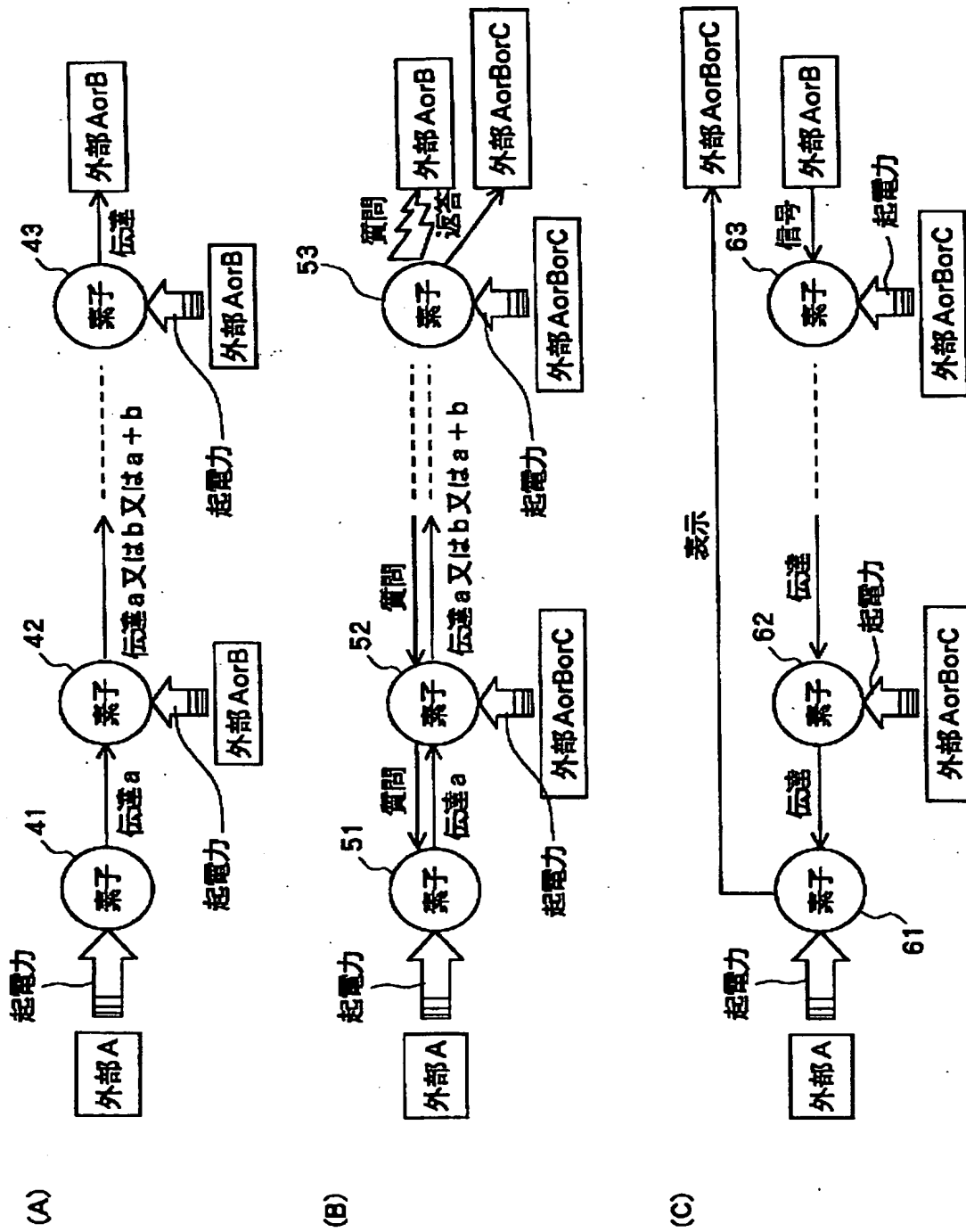
【図 12】



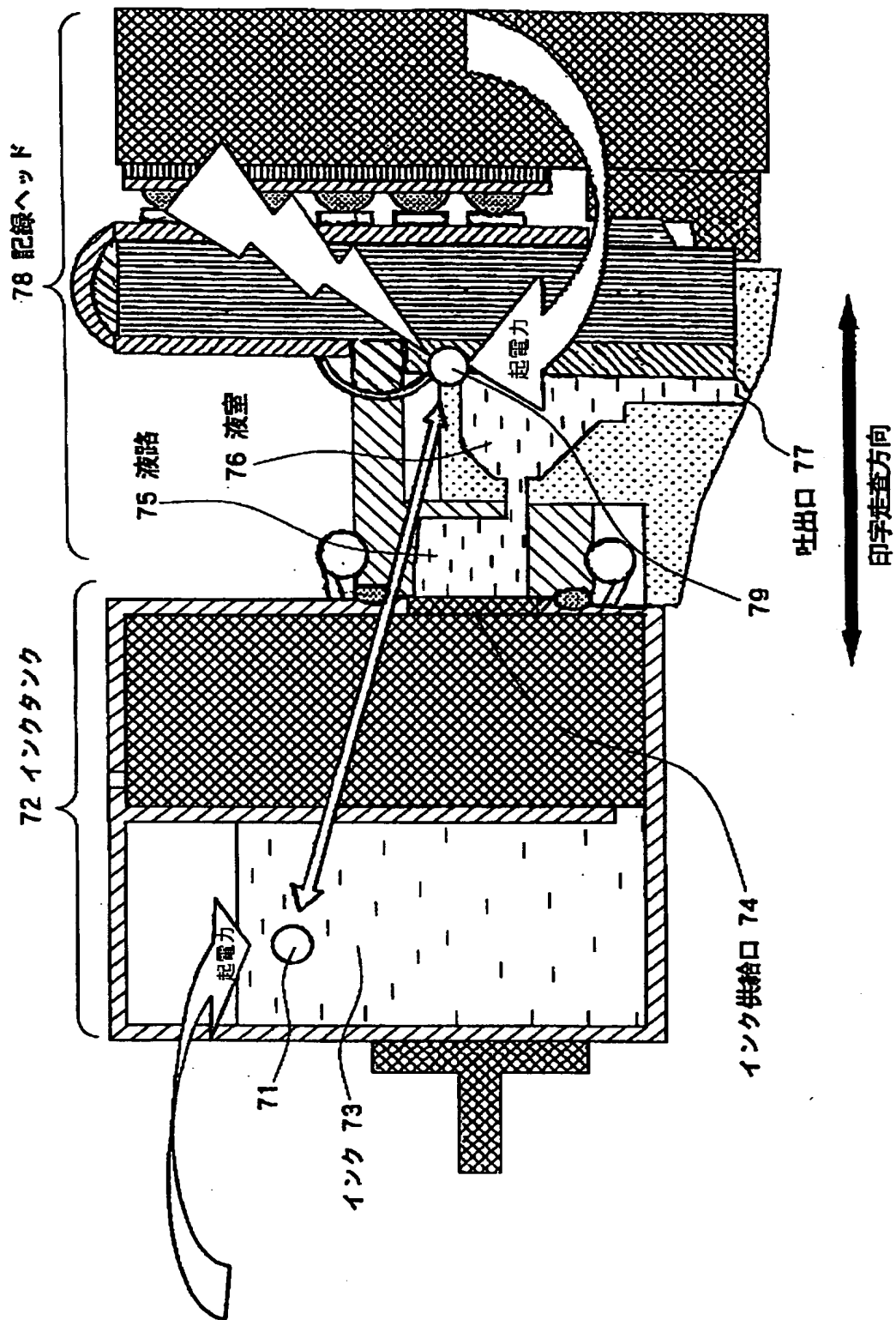
【図 1 3】



【図 14】

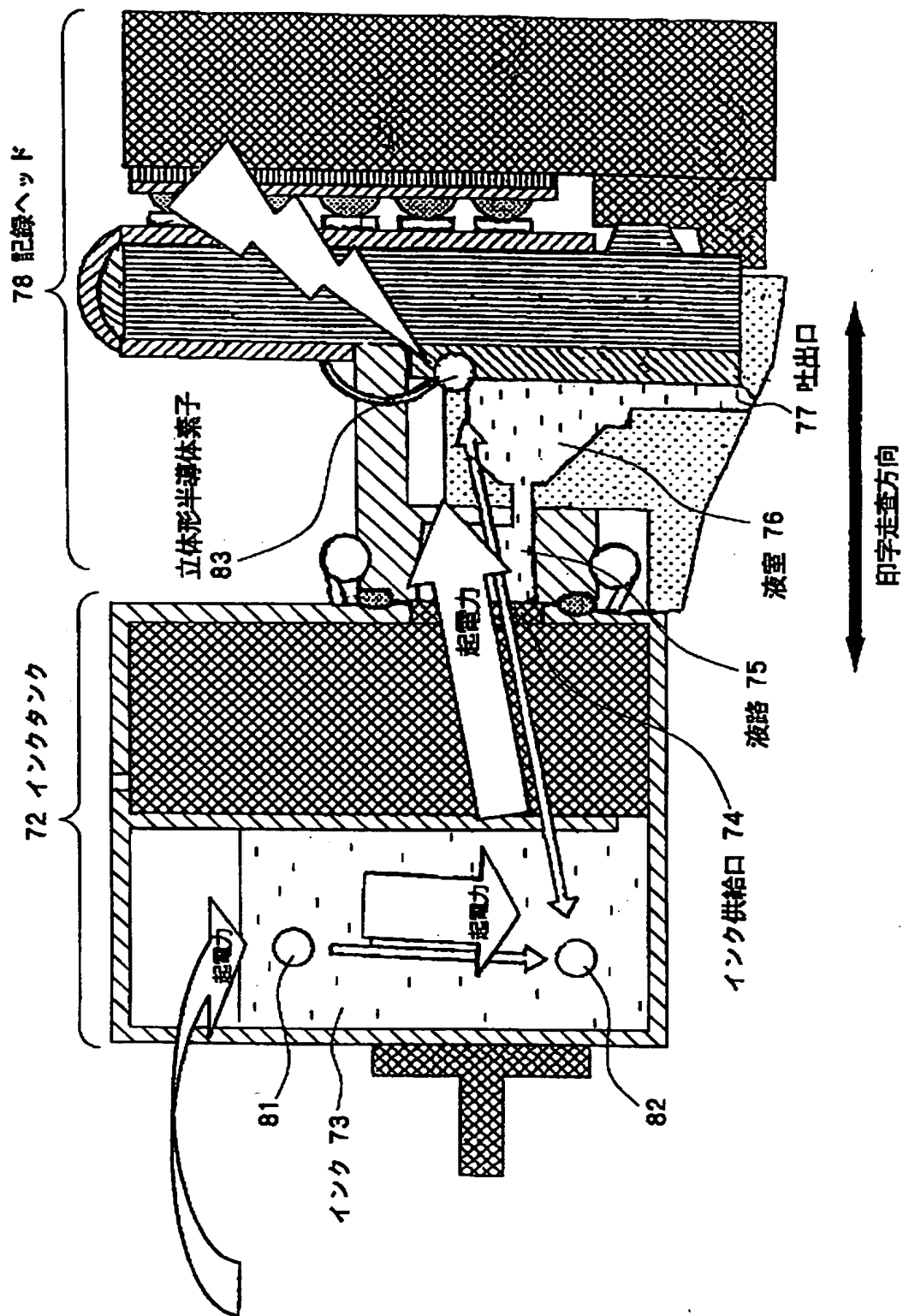


【図 15】

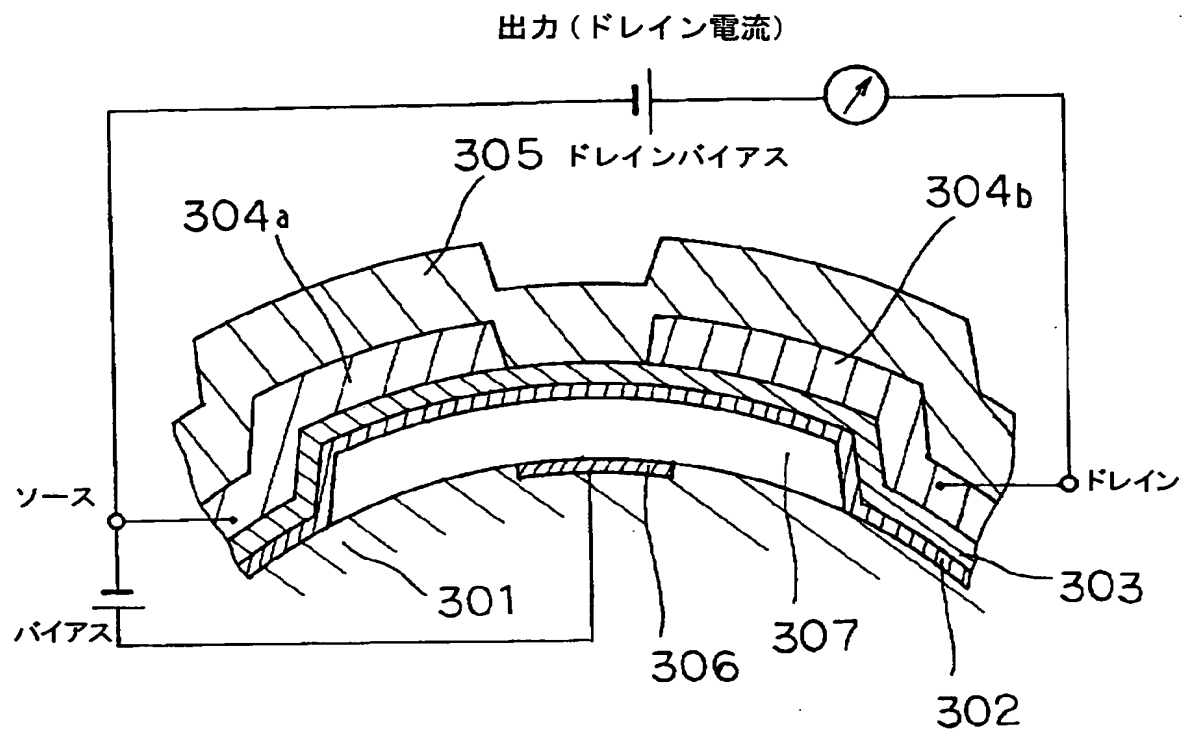




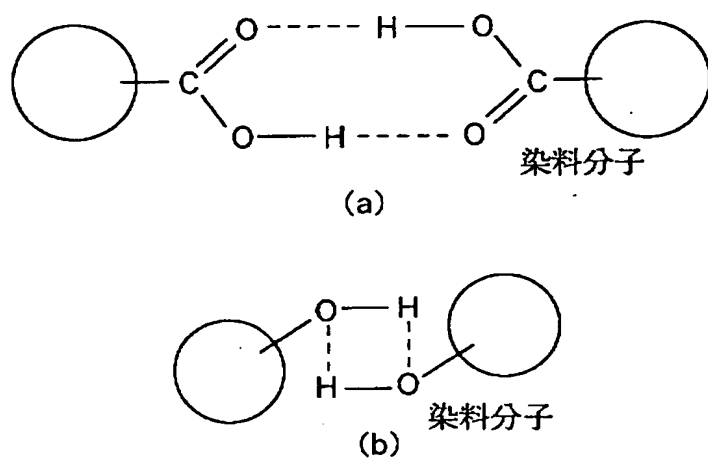
【図16】



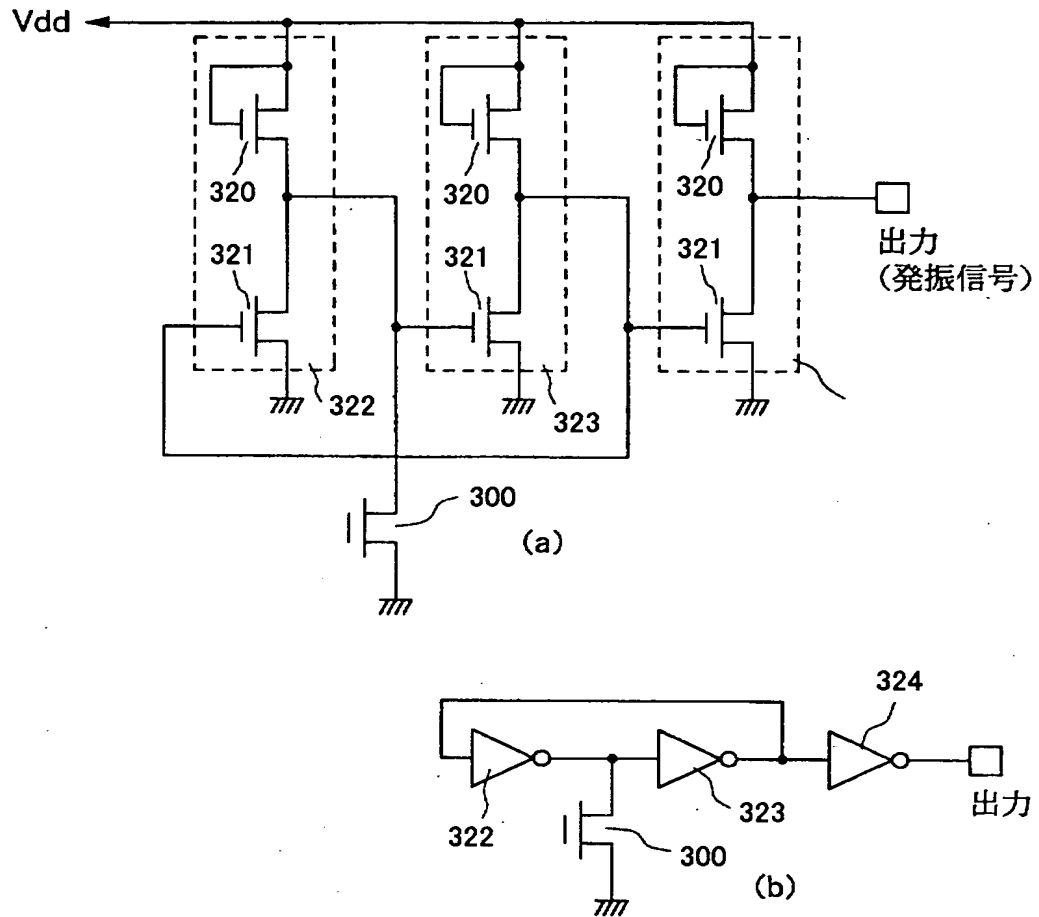
【図 1 7】



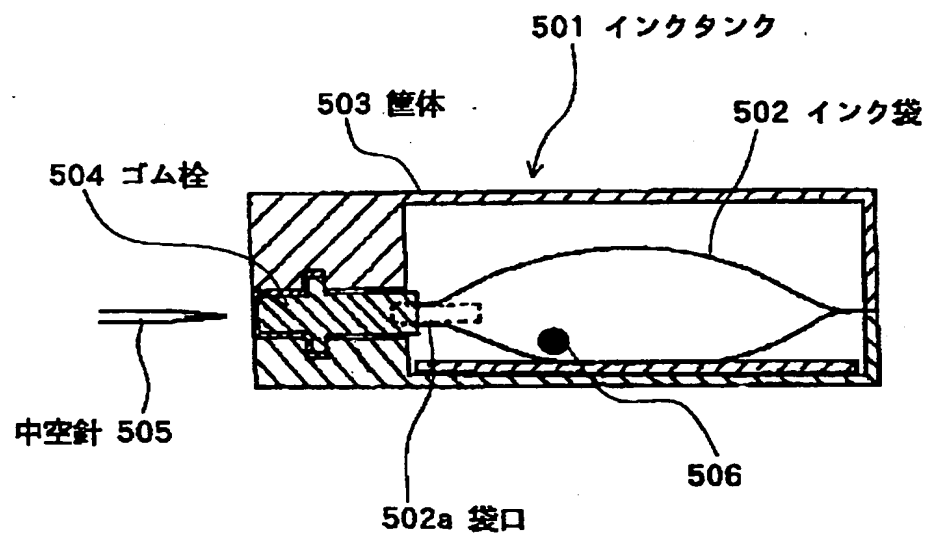
【図 1 8】



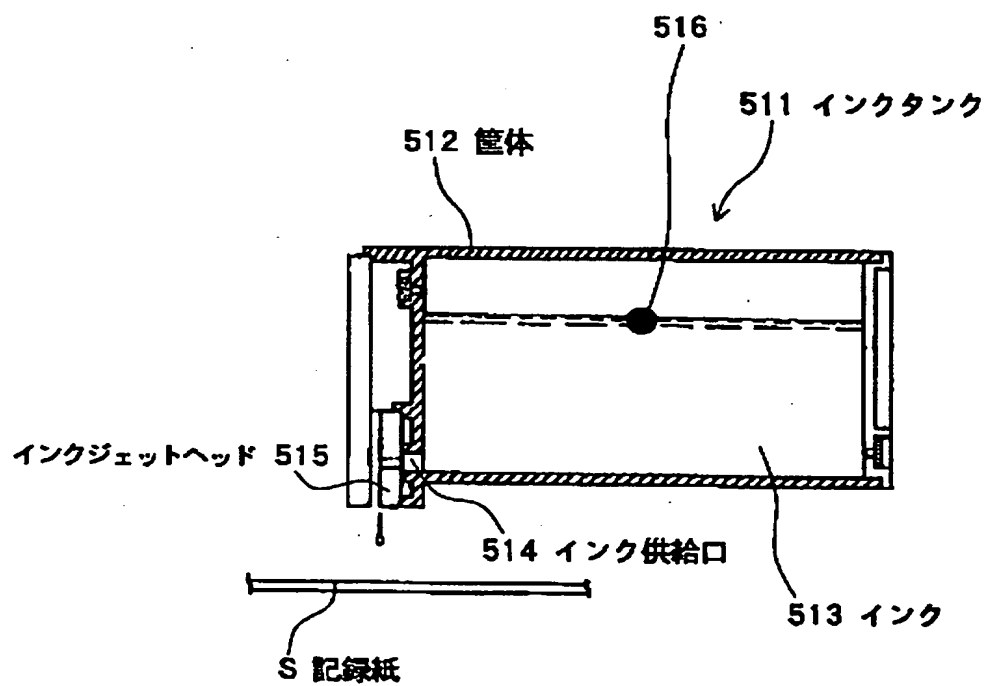
【図 1 9】



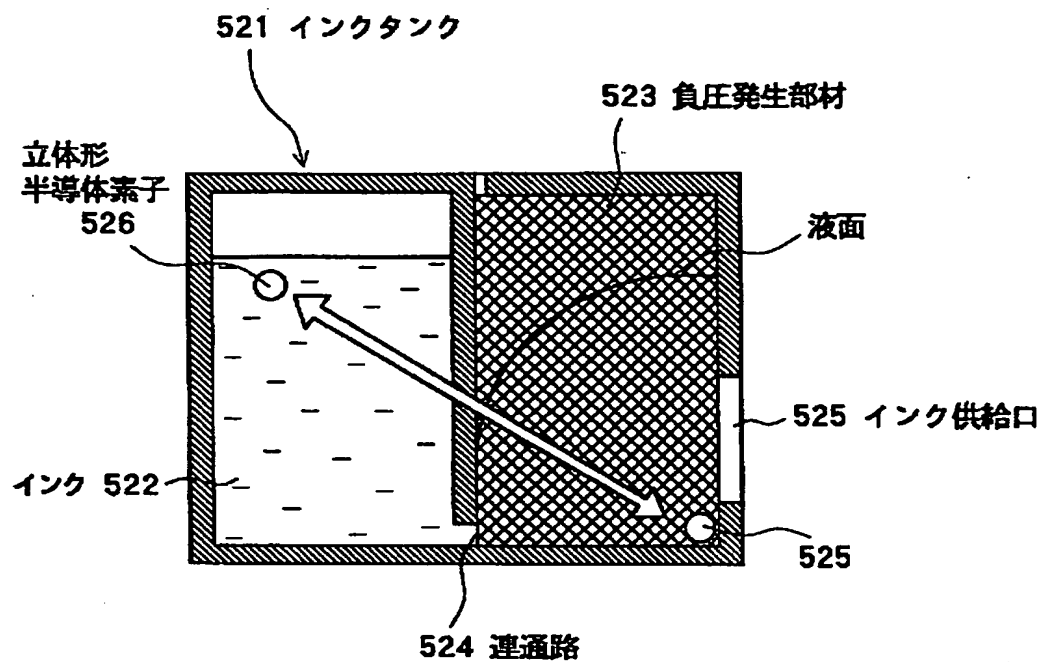
【図 20】



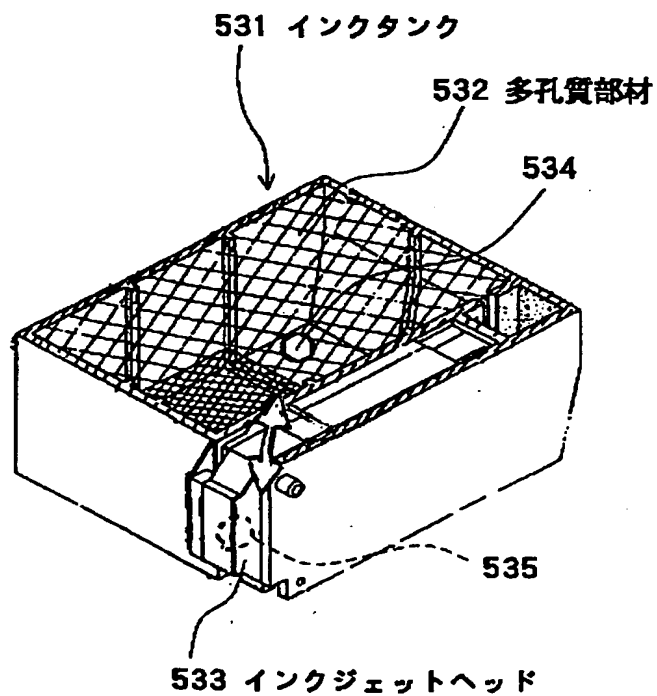
【図 21】



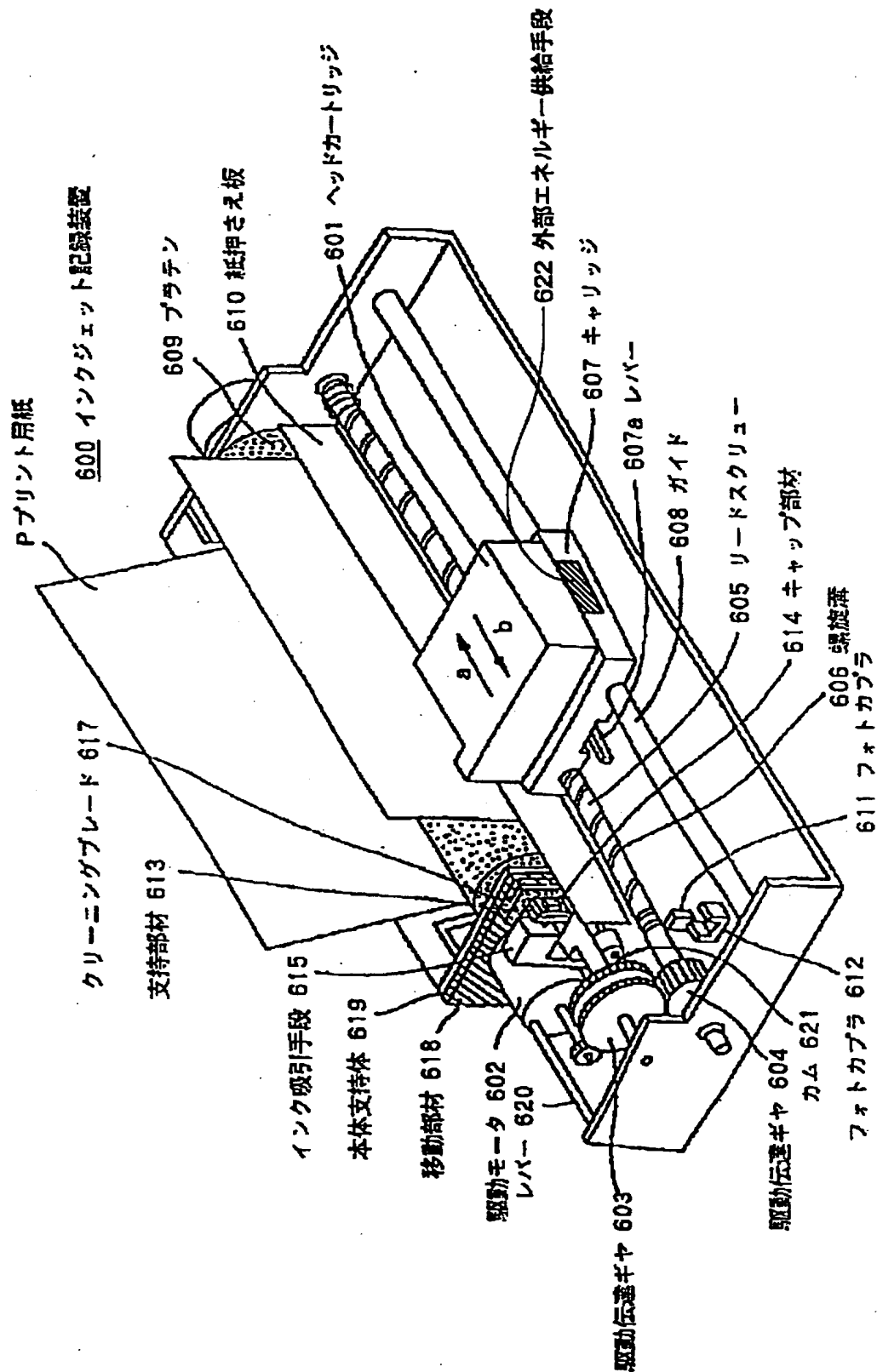
【図 2 2】



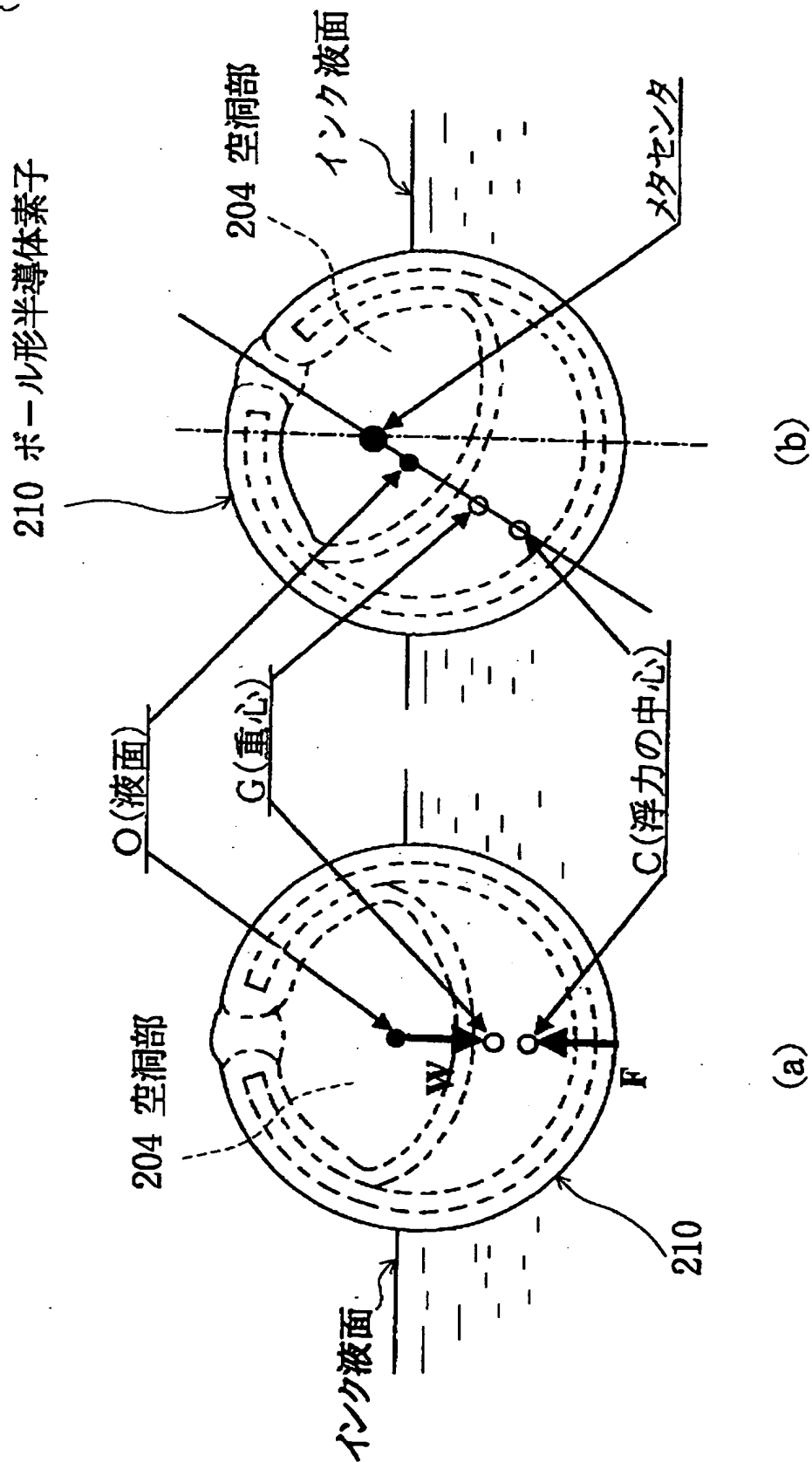
【図 2 3】



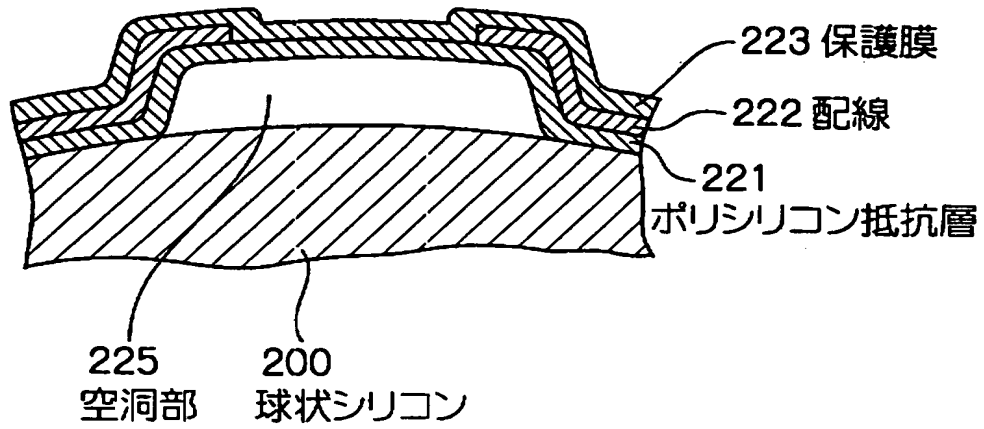
【図24】



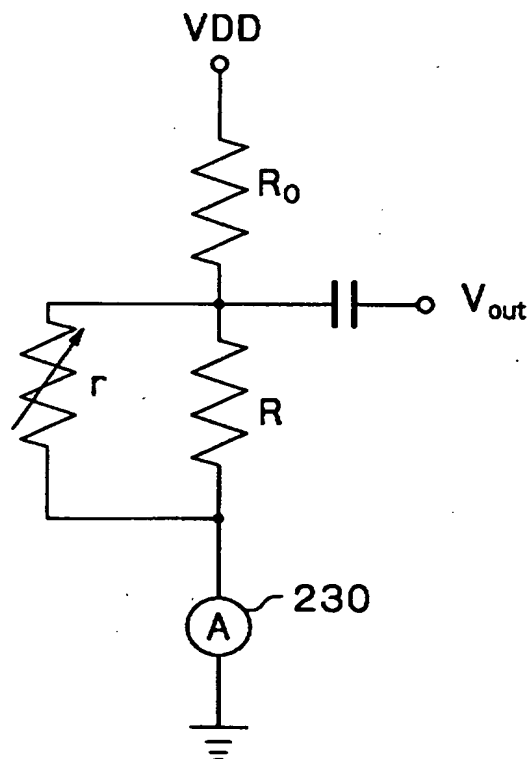
【図 25】



【図 2 6】

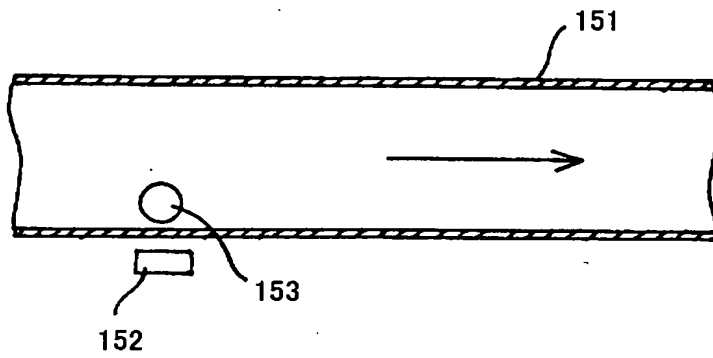


【図 2 7】

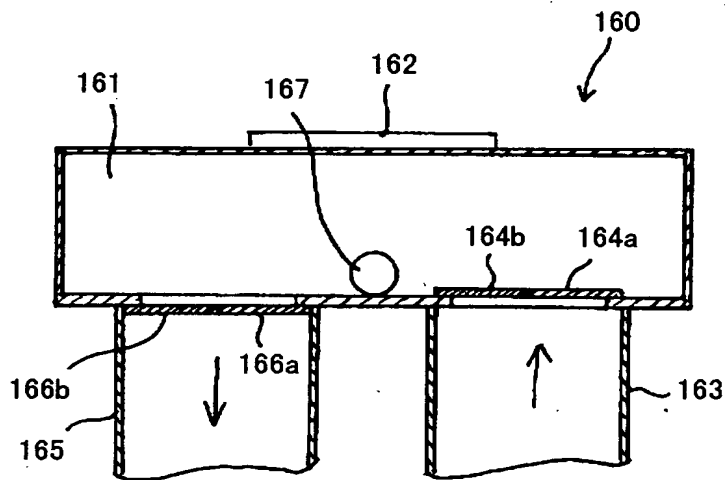




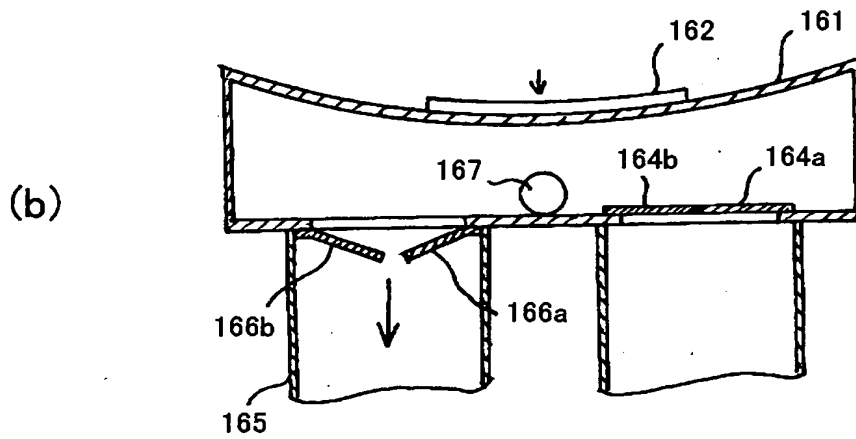
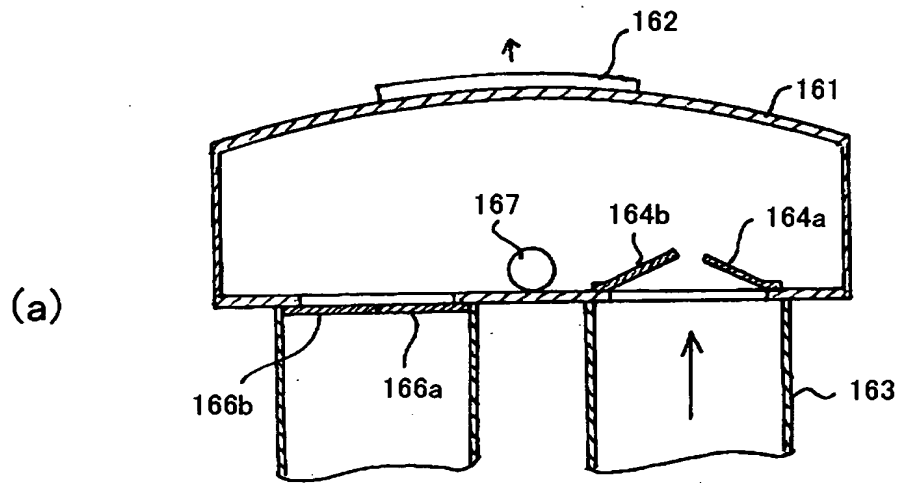
【図 2 8】



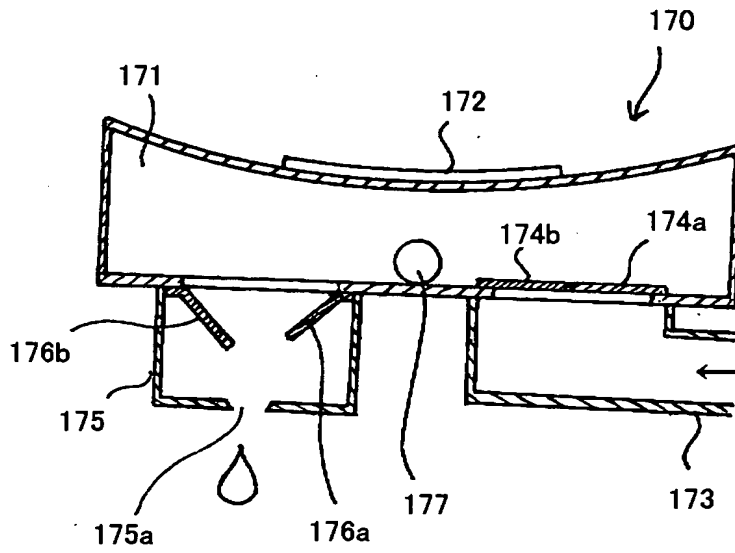
【図 2 9】



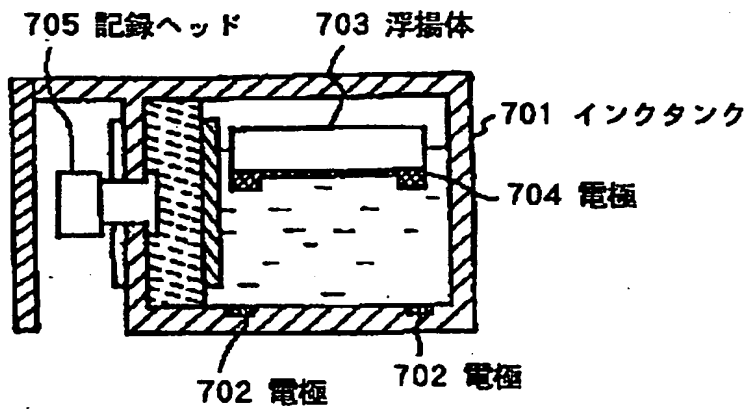
【図 3 0】



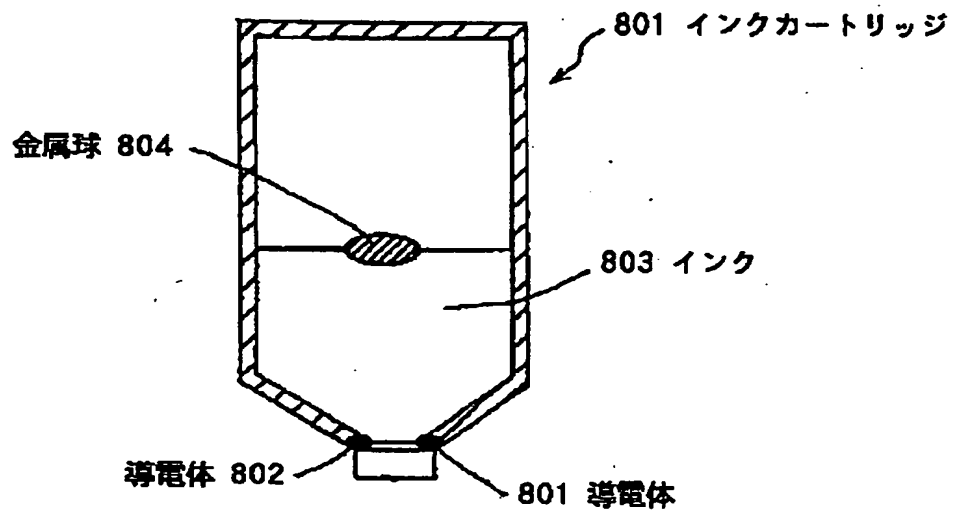
【図 3 1】



【図 3 2】



【図 3 3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 液体に関する情報の検出や外部との双方向の情報のやり取りを非常に効率良く行う。

【解決手段】 立体形半導体素子 1 1 は、液体を収容する容器内に配置され、エネルギー変換手段 1 4 と、情報入手手段 1 5 と、情報伝達手段 1 8 とを少なくとも有する。エネルギー変換手段 1 4 は、外部からの起電力を電力 1 3 に変換し、情報入手手段 1 5 および情報伝達手段 1 8 を作動させる。情報入手手段 1 5 は、立体形半導体素子 1 1 が配置される液体に関する情報を、その液体から入手する。情報伝達手段 1 8 は、情報入手手段 1 5 で入手した情報を外部へ伝達する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社